



# Erkundung von Quarzkiesen zur Verwendung in der Siliziumindustrie



geologie





# Erkundung von Quarzkiesen zur Verwendung in der Siliziumindustrie

Tertiäre Kiese zwischen Passau und  
Eggenfelden (Niederbayern)

Bearbeiter:  
M. Schmid, C. Panwitz, K. Poschlod

91 Seiten, 73 Abbildungen, 18 Tabellen, Augsburg 2014

## Impressum

Erkundung von Quarzkiesen zur Verwendung in der Siliziumindustrie

Herausgeber:

Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU)

Bürgermeister-Ulrich-Straße 160

86179 Augsburg

Tel.: 0821 9071-0

Fax.: 0821 9071-5556

E-Mail: [poststelle@lfu.bayern.de](mailto:poststelle@lfu.bayern.de)

Internet: [www.lfu.bayern.de](http://www.lfu.bayern.de)

Bearbeitung/Text/Konzept:

LfU, Referat 105, Claudia Panwitz, Klaus Poschlod; Referat 106, Max Schmid

Redaktion:

LfU, Referat 105, Georg Büttner, Claudia Panwitz, Klaus Poschlod; Referat 106, Max Schmid

Bildnachweis:

RW silicium GmbH, Pocking; Abb. 2-2, 2-4 links; K. Poschlod: Abb. 2-3, 2-4 rechts, 2-5, 2-6, 5-2, 5-3, 5-4; Bayerisches Landesamt für Umwelt

Stand:

Juli 2014

Diese Druckschrift wurde mit großer Sorgfalt zusammengestellt. Eine Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit kann dennoch nicht übernommen werden. Sofern in dieser Broschüre auf Internetangebote Dritter hingewiesen wird, sind wir für deren Inhalte nicht verantwortlich.

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Zielsetzung</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Verarbeitungs- und Verwendungsmöglichkeiten</b>	<b>6</b>
2.1	Verarbeitung von Quarz zu Rohsilizium	6
2.2	Verwendung von Rohsilizium	7
<b>3</b>	<b>Lage des Untersuchungsgebietes</b>	<b>9</b>
<b>4</b>	<b>Geologischer Überblick</b>	<b>10</b>
4.1	Geologischer Rahmen	10
4.2	Geologie des Untersuchungsgebietes	11
4.2.1	Kristallines Grundgebirge	11
4.2.2	Jura- und Kreideabfolgen (Deckgebirge)	12
4.2.3	Tertiäre Vorlandmolasse	12
<b>5</b>	<b>Aktuelle Rohstoffsituation</b>	<b>15</b>
5.1	Haarschedler Schotter	15
5.2	Quarzrestschotter	17
5.3	Ortenburger Schotter	18
<b>6</b>	<b>Durchgeführte Arbeiten</b>	<b>20</b>
6.1	Befahrung von Gewinnungsstellen	20
6.1.1	Beprobung der Gewinnungsstellen	20
6.2	Erkundungsbohrungen	22
6.2.1	Beprobung des Bohrgutes	24
6.3	Laboruntersuchungen	25
6.3.1	Korngrößenanalysen	26
6.3.2	Chemische Analysen	27
<b>7</b>	<b>Ergebnisse</b>	<b>29</b>
7.1	Haarschedler Schotter	29
7.1.1	Erkundungsgebiet 1: Schöllnach – Aicha vorm Wald	29
7.1.2	Erkundungsgebiet 2: Vilshofen – Marterberg	36
7.1.3	Erkundungsgebiet 3: Passau – Tiefenbach – Salzweg	43
7.2	Quarzrestschotter	50
7.2.1	Erkundungsgebiet 4: Bad Birnbach – Eggldham	50
7.2.2	Erkundungsgebiet 5: Simbach am Inn – Pfarrkirchen	58
7.2.3	Erkundungsgebiet 6: Pfarrkirchen – Roßbach	64
7.3	Ortenburger Schotter	71
7.3.1	Erkundungsgebiet 7: Ortenburg – Aldersbach	72
<b>8</b>	<b>Vorschläge für Rohstoffpotenzialflächen</b>	<b>79</b>
8.1	Rohstoffpotenzialflächen im Gebiet der Haarschedler Schotter	79
8.2	Rohstoffpotenzialflächen im Gebiet der Quarzrestschotter	81
<b>9</b>	<b>Zusammenfassende Bewertung</b>	<b>84</b>
<b>10</b>	<b>Literatur</b>	<b>86</b>

<b>11</b>	<b>Anhang</b>	<b>88</b>
11.1	Befahrene Gewinnungsstellen	88
11.2	Niedergebrachte Bohrungen, Teil 1	90
11.3	Niedergebrachte Bohrungen, Teil 2	91

# 1 Zielsetzung

Elementares Silizium gehört zu den wichtigsten Materialien unserer Zeit. In unterschiedlichen Reinheitsgraden findet es Verwendung in der Metallurgie, in der Photovoltaik und in der Mikroelektronik. In der chemischen Industrie bildet es das Ausgangsmaterial für Siliziumverbindungen, die zu Silikonen, Silanen und Siloxanen verarbeitet werden.

Um die Rohstoffversorgung Bayerns mit Quarzrohstoffen für die Rohsiliziumherstellung in Bayern zukünftig zu sichern, wurden seit 2006 vom Bayerischen Landesamt für Umwelt (LfU) – im Auftrag und mit Mitteln des Bayerischen Staatsministeriums für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie (StMWIVT) – Quarzvorkommen in Ostniederbayern erkundet. Ziel dieser Erkundungen war das Auffinden von Quarzrohstoffen, die hinsichtlich ihrer Verbreitung, ihrer Mächtigkeit und ihrer Ausbildung als potenzielle Lagerstätten für die Produktion von Rohsilizium in Frage kommen könnten. Neben Flächengröße und Rohstoffmächtigkeit, also der Quantität einer Lagerstätte, spielen hier auch qualitative Rohstoffanforderungen eine entscheidende Rolle.

Zur Herstellung von Rohsilizium, auch metallurgisches Silizium genannt, werden als natürlicher Rohstoff hochreine Quarze benötigt. Hierfür werden auf bayerischen Lagerstätten derzeit vor allem gebrochene Gang Quarze des Bayerischen Pfahls und dessen Nebenpfählen sowie Quarzkiese in einer Kiesgrube bei Jederschwing (Niederbayern) abgebaut.

Um Rohsilizium mit einem Reinheitsgrad von ca. 99 % herzustellen, werden an den Quarzrohstoff verschiedene qualitative Anforderungen gestellt. Damit während der Produktion der Reduktionsprozess (siehe Kap. 2) wirtschaftlich durchgeführt werden kann, muss der Quarzrohstoff in einer Korngröße zwischen etwa 16 und 80 mm vorliegen. Das heißt, dass Gang Quarze auf die entsprechende Größe gebrochen werden müssen und Quarzkiese nur mit entsprechender Körnung eingesetzt werden können. Quarzkieslagerstätten müssen deshalb möglichst viel grobkörniges Material aufweisen. Als abbauwürdig gelten Kieslagerstätten, die mindestens 20 % der Korngröße > 16 mm beinhalten (WEIDES 2009). Des Weiteren sollte der Quarzrohstoff einen hohen SiO<sub>2</sub>-Gehalt mit möglichst geringen Anteilen weiterer Elemente, wie Titan, Eisen, Aluminium oder Calcium besitzen.

Während die Gang Quarze des Bayerischen Pfahls mit den aktuell bestehenden Abbauen für die nächsten Jahre noch gesichert und für die Siliziumherstellung verfügbar sein dürften, ist bei geeigneten Quarzkiesvorkommen eher von einer Verknappung auszugehen. Daher wurde im Rahmen der vorliegenden Untersuchungen der Fokus ausschließlich auf die Suche nach Quarzkiesen gesetzt.

Die Erkundungsgebiete liegen in der tertiären Molasse in Ostniederbayerns. Es handelt sich vor allem um im Tertiär unter feucht-warmen Klimabedingungen entstandene bzw. abgelagerte Kiese, die regional als Haarschedler Schotter, Quarzrestschotter und Ortenburger Schotter bezeichnet werden. Die Auswahl der Erkundungsgebiete erfolgte unter besonderer Berücksichtigung der Entstehung und Entwicklung von bereits bekannten Kiesvorkommen, die entsprechende Rohstoffqualitäten aufwiesen.

## 2 Verarbeitungs- und Verwendungsmöglichkeiten

Quarz besteht aus den beiden häufigsten Elementen unserer Erdkruste: Sauerstoff und Silizium. In Form von Siliziumdioxid ( $\text{SiO}_2$ ) bauen sie als  $\text{SiO}_4$ -Tetraeder das Kristallgitter des Quarzes auf und bilden eine sehr stabile Verbindung (Abb. 2-1). Diese ist nur mit hohem Energieaufwand zu „knacken“. Und dennoch tut es die Menschheit – das schon seit der Ägyptischen Hochkultur um 3.500 vor Christus (BENZ-ZAUNER et al. 2012).

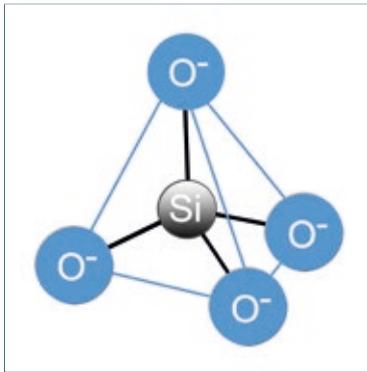


Abb. 2-1: Struktur eines  $\text{SiO}_4$ -Tetraeders. Die Bindungen zwischen Sauerstoff und Silizium (schwarze Striche) müssen zur Herstellung von metallischem Silizium „geknackt“ werden.

Die Römer benutzten Quarz bereits zur Herstellung von Glasfenstern, einem damaligen Luxusgut. Heute ist es aus unserer Gesellschaft nicht mehr wegzudenken. Ohne Quarz gäbe es beispielsweise keine Raumfahrt, keine moderne Kommunikationstechnik, keine Solaranlagen – kurz, keine moderne und flexible Gesellschaft.

Die meisten Sparten der metallverarbeitenden und chemischen Industrie sowie der Elektro- und Solarindustrie benötigen hierzu das aus dem Quarz gewonnene metallische Silizium. Etwa 1,5 Millionen Tonnen werden jährlich weltweit produziert (Abb. 2-2), Tendenz steigend.

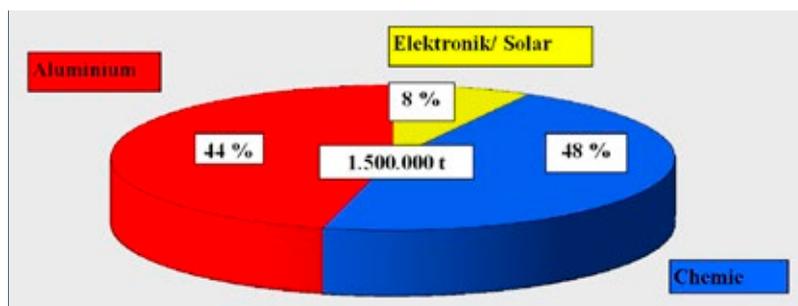


Abb. 2-2: Jährliche Produktion und Verwendung von metallischem Silizium (Rohsilizium) weltweit (Stand 2010).

In Deutschland, ausschließlich in Bayern, werden derzeit ca. 30.000 t Rohsilizium im Jahr produziert. Um eine solche Menge Rohsilizium herzustellen, benötigt man ca. 100.000 t Quarzrohstoff. Je nach weiterer Verwendung werden unterschiedliche Ansprüche an den Reinheitsgrad des metallischen Siliziums gestellt. Im Folgenden soll daher ein kurzer Überblick zum Herstellungsprozess und zur Verwendung des Rohsiliziums gegeben werden.

### 2.1 Verarbeitung von Quarz zu Rohsilizium

Um vom Rohstoff Quarz zum Rohsilizium zu gelangen (Abb. 2-3) sind energieintensive Prozesse notwendig, bei denen der Sauerstoff vom Quarz (Siliziumdioxid) abgespalten werden muss. Zur Herstellung von 1 kg Rohsilizium ist ein Energieeinsatz von etwa 14 kWh nötig.



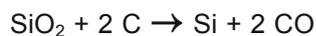
Abb. 2-3: Rohstoff Quarzkies, Wert ca. 15-20 €/t (linkes Bild) und Rohsilizium, Wert ca. 2.000 €/t (rechtes Bild)

In einem elektrischen Lichtbogenofen wird Quarz zusammen mit Kohlenstoff (Kohle, Holzkohle, Koks und Holzschrot) bei ca. 2.000 °C zum Schmelzen gebracht. Das isolierte Silizium (Rohsilizium) ist schwer, sinkt in der Schmelze ab und kann auf diese Weise separiert werden (Abb. 2-4).



Abb. 2-4: Abstich des glühflüssigen Rohsiliziums (linkes Bild) und auskühlendes Roh-Silizium kurz nach dem Abstich bei über 1.600 °C (rechtes Bild)

Vereinfacht kann das Herstellungsverfahren mit folgender Gleichung dargestellt werden:



Das metallische Silizium besitzt einen Reinheitsgrad von ca. 99 % und weist „Verunreinigungen“ von Fremdatomen wie C, Al, Ca, Fe und Ti auf. Je nach Verwendung und Weiterverarbeitung muss das Rohsilizium deshalb noch weiter aufbereitet werden.

## 2.2 Verwendung von Rohsilizium

Obwohl für viele Anwendungen in Industrie und Technik neben Silizium auch andere Elemente oder Verbindungen geeignet wären, greift der Mensch auf dieses Element zurück. Denn Silizium ist, wie oben bereits angeführt, das zweithäufigste Element der Erdkruste und deshalb in ausreichender Menge verfügbar. Auch aus Umweltschutzaspekten wird Silizium anderen Elementen vorgezogen. Es kann recycelt werden und ist ein ungiftiger „Abfall“.

Silizium ist säurebeständig und findet deshalb in vielen Bereichen der chemischen Industrie Verwendung. Es dient unter anderem zur Herstellung von Silikonem für Form- und Dichtungsmaterialien sowie für Farben und Lacke.

In der Bauindustrie wird das Rohsilizium zur Herstellung von organischen Verbindungen wie Silanen und Siloxanen verwendet, die als Gesteinsfestigungs- und Gesteinshydrophobierungsmittel eingesetzt werden.

Rohsilizium wird ohne weitere Aufbereitung als Legierungsmetall in der Aluminiumindustrie verwendet. Weiteren Einsatz in der Metallurgie findet es bei der Herstellung von Stahl- und Kupferlegierungen, wo es als Desoxidationsmittel (bindet freien Sauerstoff) in der Schmelze dient. Als Zugabe in Baustahl wird dessen Streckgrenze erhöht.

Mengenmäßig zwar nicht den größten (siehe Abb. 2-2), doch den bedeutsamsten Einsatz findet das Silizium in den Schlüsseltechnologien des 20. und 21. Jahrhunderts, der Mikroelektronik und der Solarindustrie, im weiteren Sinne also in der modernen Computer- und Kommunikationstechnik und der alternativen Energiekonzeption. Für diese Einsatzbereiche muss das Rohsilizium unter erneutem Energieeinsatz zu Reinstsilizium verarbeitet werden. Hierbei wird es Reinigungs- und/oder Kristallwachstums-Prozessen unterzogen. Reinstsilizium besteht danach zu 99,99 % aus Silizium.

Silizium ist ein natürlicher Halbleiter, dessen elektrische Leitfähigkeit man durch gezieltes Einbringen von Fremdatomen oder durch Erzeugen von Lücken im Kristallgitter steuern kann. Diese Halbleiter-Eigenschaften werden in der Solartechnik und der Mikroelektronik genutzt. Das Rohsilizium wird dafür entweder zu polykristallinem (viele mm bis cm große Kristallite) oder monokristallinem Reinstsilizium weiterverarbeitet.



Abb. 2-5: Solarzellen aus polykristallinem Reinstsilizium



Abb. 2-6: Ein gezüchteter Silizium-Einkristall (rechts im Bild) und ein daraus geschnittener Silizium-Wafer (im Vordergrund)

**Polykristallines Reinstsilizium** wird vor allem zur Herstellung von Solarzellen verwendet (Abb. 2-5). **Monokristallines Reinstsilizium** wird als Silizium-Einkristall aus einer Siliziumschmelze durch gezieltes Eintauchen und langsames Herausdrehen eines Silizium-Impfkristalls gezüchtet (Kristallwachstum). Die Einkristalle haben danach eine stabähnliche Form mit Durchmessern von bis zu 30 cm. Im Gegensatz zum polykristallinen besitzt das monokristalline Reinstsilizium ein gleichmäßiges Kristallgitter, in dem die Si-Atome im exakt gleichen Abstand und Winkel zueinander angeordnet sind. Von den Einkristallen werden je nach Anwendungsziel 0,25 bis 1 mm dicke Scheiben, sogenannte Wafer, abgeschnitten (Abb. 2-6). Die Wafer werden vor allem als Halbleitersubstrate in der Mikroelektronik verwendet. Um Solarzellen mit besonders hohem Wirkungsgrad herzustellen, werden ebenfalls solche Wafer verwendet.

### 3 Lage des Untersuchungsgebietes

Das Untersuchungsgebiet befindet sich im südöstlichen Niederbayern und wird in etwa von den Orten Eggenfelden im Südwesten, Simbach im Süden, Passau im Nordosten und Schöllnach im Norden eingegrenzt. Die Gesamtfläche beträgt etwa 2.000 km<sup>2</sup>. Anhand räumlicher und geologischer Kriterien wurden innerhalb des Untersuchungsgebietes 7 Erkundungsgebiete abgegrenzt (Abb. 3-1 und Tab. 3-1):

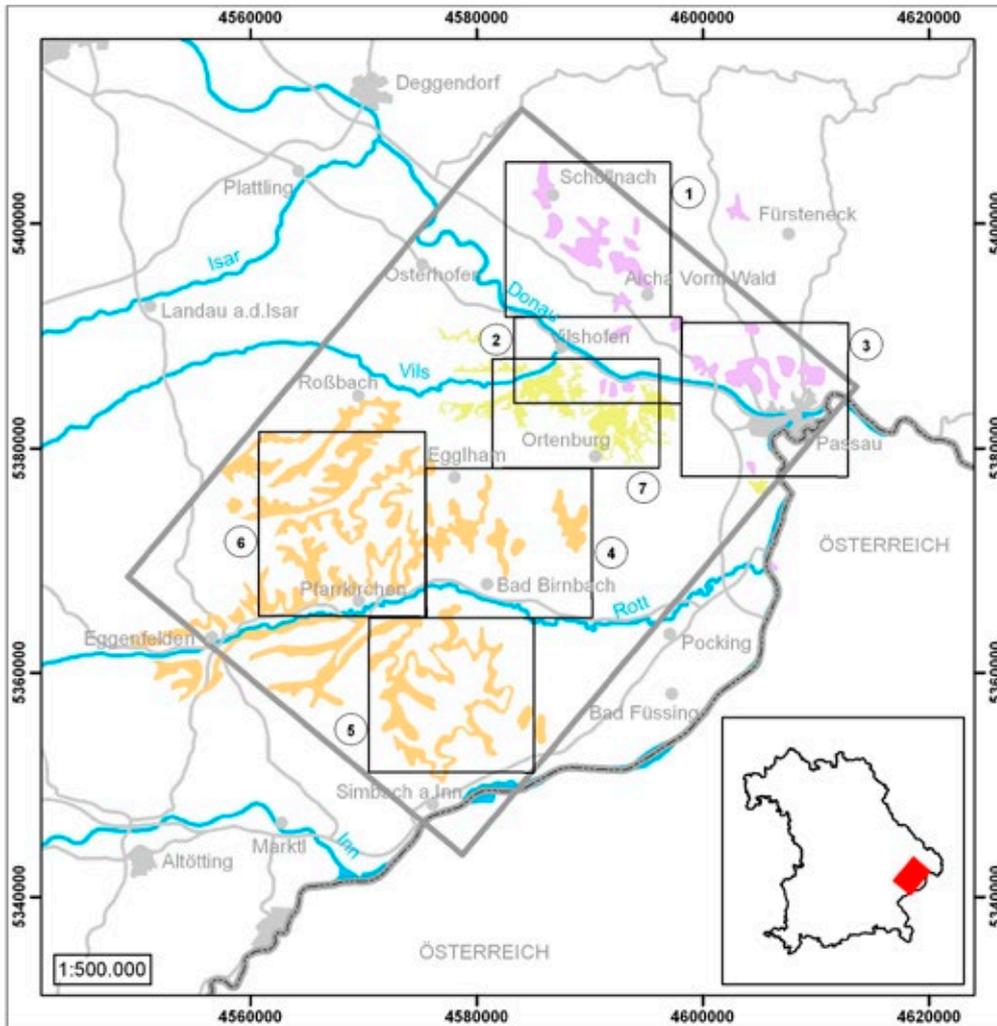


Abb. 3-1: Übersichtslageplan mit Lage der Erkundungsgebiete auf Quarzkiesvorkommen (rosa = Haarschedler Schotter, orange = Quarzrestschotter, gelbgrün = Ortenburger Schotter)

Tab. 3-1: Erkundungsgebiete

Nr.	Erkundungsgebiet	Beschreibung	Geologie
1	Schöllnach – Aicha vorm Wald	Tertiäre Kiese nördlich der Autobahn A3 zwischen Raum Schöllnach (NW) und Aicha v. Wald (SE)	Haarschedler Schotter
2	Vilshofen - Marterberg	Tertiäre Kiese südlich der Autobahn A3, beiderseits der Donau zwischen Vilshofen, Marterberg und Sandbach	Haarschedler Schotter
3	Passau – Tiefenbach - Salzweg	Tertiäre Kiese rund um Passau zwischen Schalding, Ruderting, Thyrnau und Neuhaus am Inn	Haarschedler Schotter
4	Bad Birnbach - Egglham	Ostteil der Quarzrestschotter zwischen Egglham (N) und Bad Birnbach (S)	Quarzrestschotter
5	Simbach am Inn - Pfarrkirchen	Südteil der Quarzrestschotter zwischen Pfarrkirchen (NW) und Simbach a. Inn (S)	Quarzrestschotter
6	Pfarrkirchen - Roßbach	Westteil der Quarzrestschotter zwischen Pfarrkirchen (S) und Roßbach (N)	Quarzrestschotter
7	Ortenburg - Aldersbach	Tertiäre Kiese bei Ortenburg zwischen Fürstzell und Aldersbach	Ortenburger Schotter

## 4 Geologischer Überblick

Das im Südosten Bayerns gelegene Untersuchungsgebiet befindet sich, im größeren geologischen Rahmen betrachtet, zwischen dem variszischen Grundgebirge (Böhmische Masse) im Norden und den Alpen im Süden. Beide geologischen Großeinheiten, der alte Grundgebirgsblock und die nördliche Front des noch immer in Hebung befindlichen jungen Alpenkörpers, liegen hier nur etwa 80 bis 100 km voneinander entfernt. Dazwischen finden sich die Ablagerungen des Molassebeckens, der nördlichen Vorsenke der Alpen (Abb. 4-1).

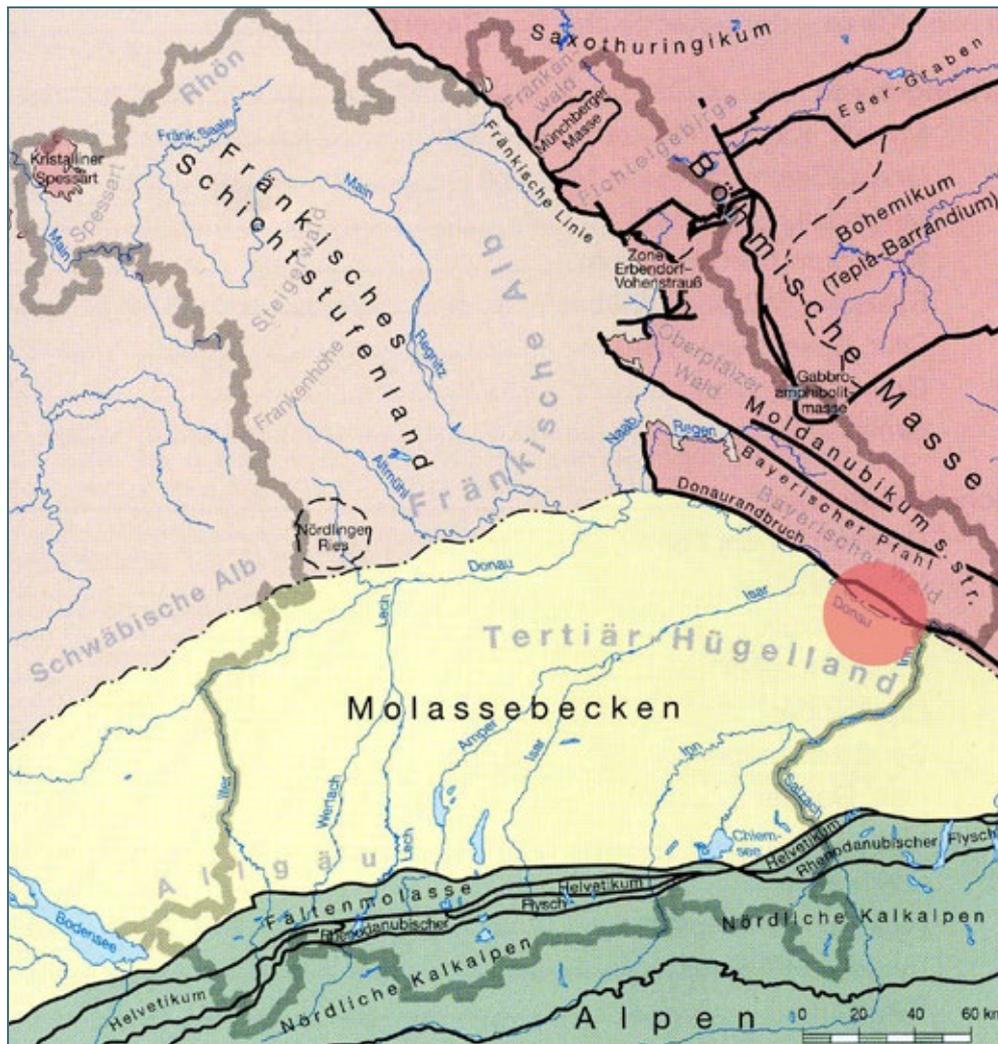


Abb. 4-1: Die Großbaueinheiten Bayerns (BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT 2004), Untersuchungsgebiet mit roter Kreisfläche markiert.

### 4.1 Geologischer Rahmen

Das Grundgebirge Bayerns ist ein Teil des Variszischen Gebirges, welches im Karbon vor ca. 300 Millionen Jahren als zusammenhängender, SW-NE verlaufender Gebirgskörper das heutige Mitteleuropa durchzog. Die Grundgebirgs-Abfolgen werden von nicht- bis schwachmetamorphen Gesteinen des jüngeren Paläozoikums und schwach- bis hochmetamorphen Gesteinen des Altpaläozoikums und Proterozoikums aufgebaut.

Im Südosten Bayerns grenzt das Grundgebirge an NW-SE verlaufenden Störungssysteme wie dem Donaurandbruch gegen die Deckgebirgsabfolgen. Diese Grenze darf nicht als scharfer Schnitt angesehen werden, sondern ist als ein strukturell komplex angelegtes Störungssystem mit vielen versetzten und gestaffelten einzelnen Störungen zu verstehen. Das Grundgebirge wurde hier gegenüber dem Deckgebirge sowohl vertikal als auch horizontal mit unterschiedlichen Beträgen versetzt, teilweise auch auf das Deckgebirge überschoben. Die Folge war ein Zerbrechen des Grundgebirges sowie Verkippen der Deckgebirgsabfolgen im Störungsbereich.

Das Grundgebirge im Norden des Untersuchungsgebietes gehört zum Moldanubikum, dem südlichen Streifen des variszischen Gebirges, auch als Böhmisches Masse bezeichnet. Der nicht von permo-mesozoischen Abfolgen überdeckte Teil der Böhmisches Masse erstreckt sich nach Osten über Tschechien bis Niederösterreich. Südlich des Störungssystems des Donaurandbruches wird das Grundgebirge von Jura-, Kreide- und Tertiär-Abfolgen überdeckt und taucht dann zusammen mit diesen Abfolgen im Süden unter die Alpen ab.

Das Untersuchungsgebiet befindet sich im Molassebecken, das sich vor der nördlichen Alpenfront von den Westalpen über das Alpenvorland der Schweiz, Deutschlands und Österreichs bis zum Ostende der Alpen erstreckte (BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT 1996 a). Es entstand im Tertiär als peripheres Vorlandbecken der Alpen durch den nach Norden und NE ausgreifenden alpinen Orogenkeil.

Die Sedimentation im Molassebecken wurde durch tektonische Aktivitäten und durch Schwankungen des Weltmeeresspiegels gesteuert. So kam es während der Molassesedimentation im Oligozän und Miozän, einem Zeitraum von ca. 30 Millionen Jahren, zu unterschiedlich raschen oder kontinuierlichen Beckensubsidenzen, damit zu verschieden raschen oder gleichmäßigen Sedi- menteinträgen und entsprechend unterschiedlicher Kompaktion der Sedimente. Verbindungen des Molassebeckens zum Weltmeer (der Tethys) führten zeitweise zu marinen Ablagerungen zwischen sonst im Süßwasserbecken abgelagerten Sedimentfolgen. Die Schüttung des Sedimentmaterials in das Molassebecken erfolgte über Flusssysteme aus der Böhmisches Masse und dem Schichtstufenland im Norden und von der in langsamer Hebung befindlichen Alpenfront aus Süden. Aus diesen wechselhaften Ablagerungsbedingungen leitet sich ein kompliziertes System unterschiedlicher, horizontal und vertikal miteinander verzahnter Sedimentkörper ab. Es gibt keine zeitlich durchgehenden Leithorizonte. Die überwiegend sandigen und tonig-mergeligen Ablagerungen gehen gegen Ende der Molassesedimentation ab dem Mittelmiozän in gröbere, z. T. recht mächtige Geröllschüttungen über. Mit der Entfernung der Sedimente von den Schüttungszentren nimmt ihre Korngröße der ab.

## 4.2 Geologie des Untersuchungsgebietes

### 4.2.1 Kristallines Grundgebirge

Metamorphite und Magmatite des kristallinen Grundgebirges bilden die ältesten Gesteine innerhalb des Untersuchungsgebietes. Sie sind im Nord- und Nordostteil, vor allem nördlich der Donau verbreitet. Südlich der Donau sind sie zwischen Künzing und Passau und in mehreren Taleinschnitten anzutreffen. Zwischen Winzer und Passau treten mehrere kleinere Granitareale auf. Sie sind eher gangartig und nicht als großer zusammenhängender Granitkörper ausgebildet. Diese Granite sind überwiegend fein- bis mittelkörnig. Bei Eging, im Norden des Untersuchungsgebietes, ist der Südteil eines größeren Granitkomplexes erschlossen. Innerhalb dieses Granitkörpers treten gangartig kleinere Areale mit Dioriten, intermediäre Tiefengesteine, auf. Von Winzer bis Passau erstreckt sich ein Abschnitt des NW-SE verlaufenden Aicha-Halser-Nebenpfahls. Hierbei handelt es sich um einen

ca. 10 bis 35 m breiten Quarzgang, der parallel zum Bayerischen Pfahl im kristallinen Grundgebirge verläuft. Er entstand durch hydrothermale Tätigkeiten nach Abschluss der variszischen Gebirgsbildung, während der letzten Phasen magmatischer Aktivitäten im Perm, teilweise bis in die Trias.

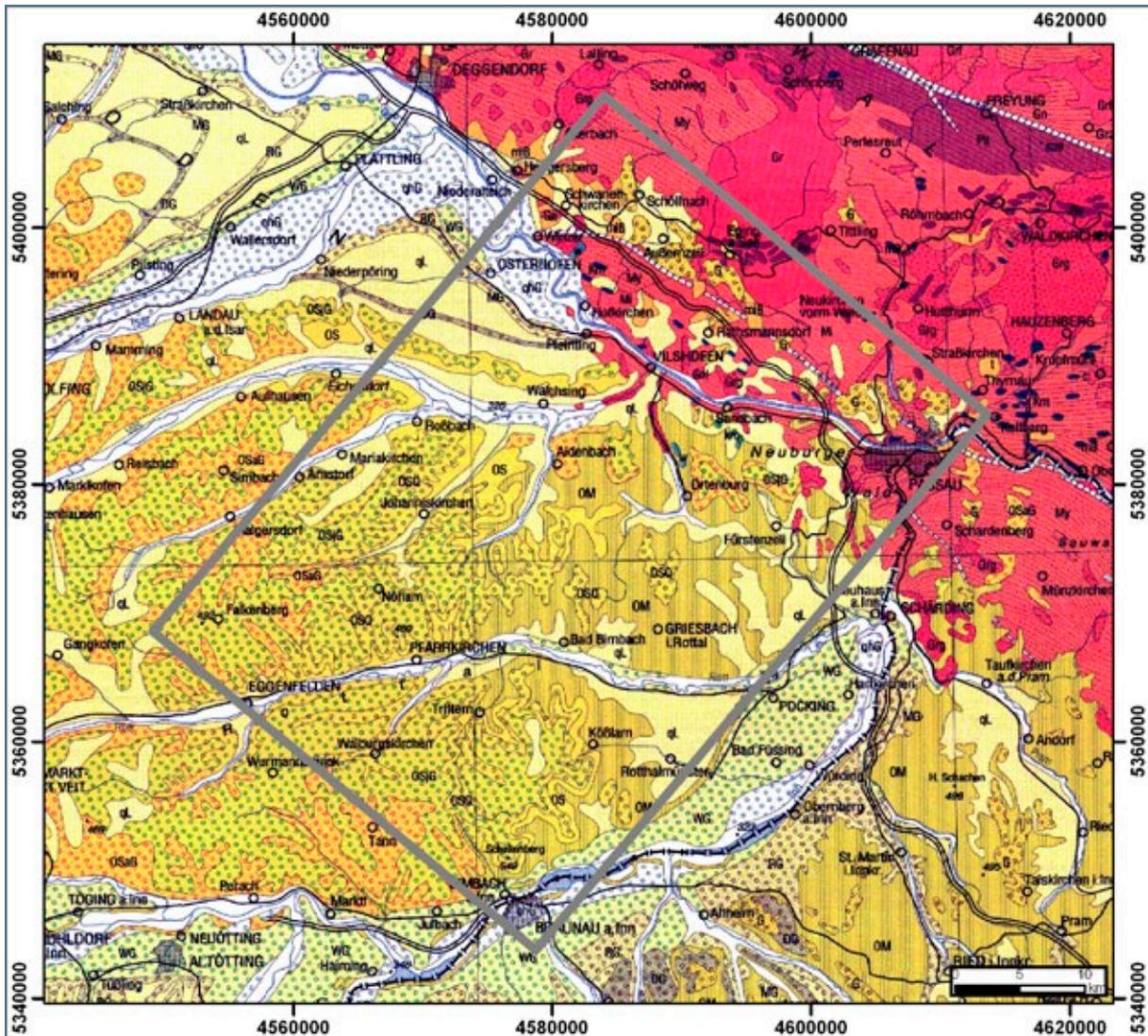


Abb. 4-2: Geologische Karte von Bayern 1:500.000, 4. Auflage (BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT 1996 b) mit Markierung des Untersuchungsgebietes (grauer Rahmen).

#### 4.2.2 Jura- und Kreideabfolgen (Deckgebirge)

Die ansonsten nur in Bohrungen erschlossenen Jura- und Kreide-Abfolgen, welche direkt dem kristallinen Grundgebirge aufliegen, sind nördlich und östlich Ortenburg in kleineren Arealen obertägig anstehend (UNGER 1984). Nördlich der Donau bei Winzer sind Abfolgen aus dem Malm (Weißer Jura) auf Kristallin erhalten.

#### 4.2.3 Tertiäre Vorlandmolasse

Der überwiegende Teil des Untersuchungsgebietes wird von Sedimenten der tertiären Vorlandmolasse eingenommen. In Abb. 4-3 ist grob die stratigraphische Gliederung dieser Vorlandmolasse im Umfeld des Untersuchungsgebietes dargestellt.

Mergelige und sandige Ablagerungen der untermiozänen Oberen Meeresmolasse (OMM) (Neuhofener Schichten, Glaukonitsande, Blättermergel) sind überwiegend im Ostteil des Untersuchungsgebietes, südlich von Vils und Donau und östlich der Linie Egglham - Simbach verbreitet. Die darüber folgenden ebenfalls überwiegend feinkörnigen Ablagerungen der untermiozänen Oberen Brackwassermolasse (OBM) (Oncophoraschichten) sind hingegen auch weiter westlich bis Pfarrkirchen anstehend. Blättermergel und Oncophoraschichten bilden die Basis des 30 und 40 m mächtigen Ortenburger Schotters (Untermiozän), der das Ergebnis einer gewaltigen Deltaschüttung in das Meeresbecken während der obersten OMM bzw. der OBM darstellt und zwischen Vils und Donau im Norden sowie Aidenbach, Ortenburg und Fürstencell im Süden anzutreffen ist (vgl. Kap. 5.3 sowie Abb. 3-1 und Abb. 4-2).

Über den Oncophoraschichten und dem Ortenburger Schotter lagern die Abfolgen der Oberen Süßwassermolasse (OSM). Über den Tonen, Mergeln und Feinsanden der limnischen und fluviatilen Süßwasserschichten (Untermiozän) lagert mit scharfer, häufig erosiver Grenze der bis 40 m mächtige Quarzrestschotter (Mittelmiozän), der eine Sonderfazies des Nördlichen Vollschotters im östlichen Niederbayern bildet und nach Westen zu (etwa ab der Linie Roßbach - Eggenfelden) langsam in diesen übergeht. Den Abschluss der OSM-Sedimentation innerhalb des Untersuchungsgebietes bilden schließlich die sandig-feinkiesigen Ablagerungen der Hangendserie (vgl. Kap. 5.2, Abb. 3-1 und Abb. 4-2).

Ganz im Norden des Untersuchungsgebietes, nördlich der Donau, sind im Bereich der Hengersberger Bucht überwiegend tonig-mergelige und feinsandige Ablagerungen des Braunkohletertiärs (Miozän) anzutreffen (STÜCKL 1988). Die Tone und Mergel werden bereichsweise von Fein- bis Grobkiesen überlagert, die inselartig im gesamten Nordostteil des Untersuchungsgebietes von Schöllnach bis Passau verbreitet sind. Außerhalb der Hengersberger Bucht lagern diese Kiese meist direkt dem Kristallin auf. Es handelt sich um verschiedene Schüttungseinheiten, die wahrscheinlich im obersten Miozän bzw. im Pliozän abgelagert wurden und hier als Haarschedler Schotter zusammengefasst werden. Man geht für deren Sedimentation von einem weit verzweigten System flacher Rinnen mit geringer Wassertiefe aus (KRÖMER, in Vorb., ROHRMÜLLER, in Vorb.). Zu den Haarschedler Schottern werden in diesem Bericht auch die Kiesvorkommen gerechnet, die südöstlich von Vilshofen an den südlichen Donauhängen verbreitet sind (vgl. Kap. 5.1, Abb. 3-1 und Abb. 4-2). Südlich der Donau können die Vorkommen dem Kristallin sowie auch den Malm- oder Kreideabfolgen auflagern.

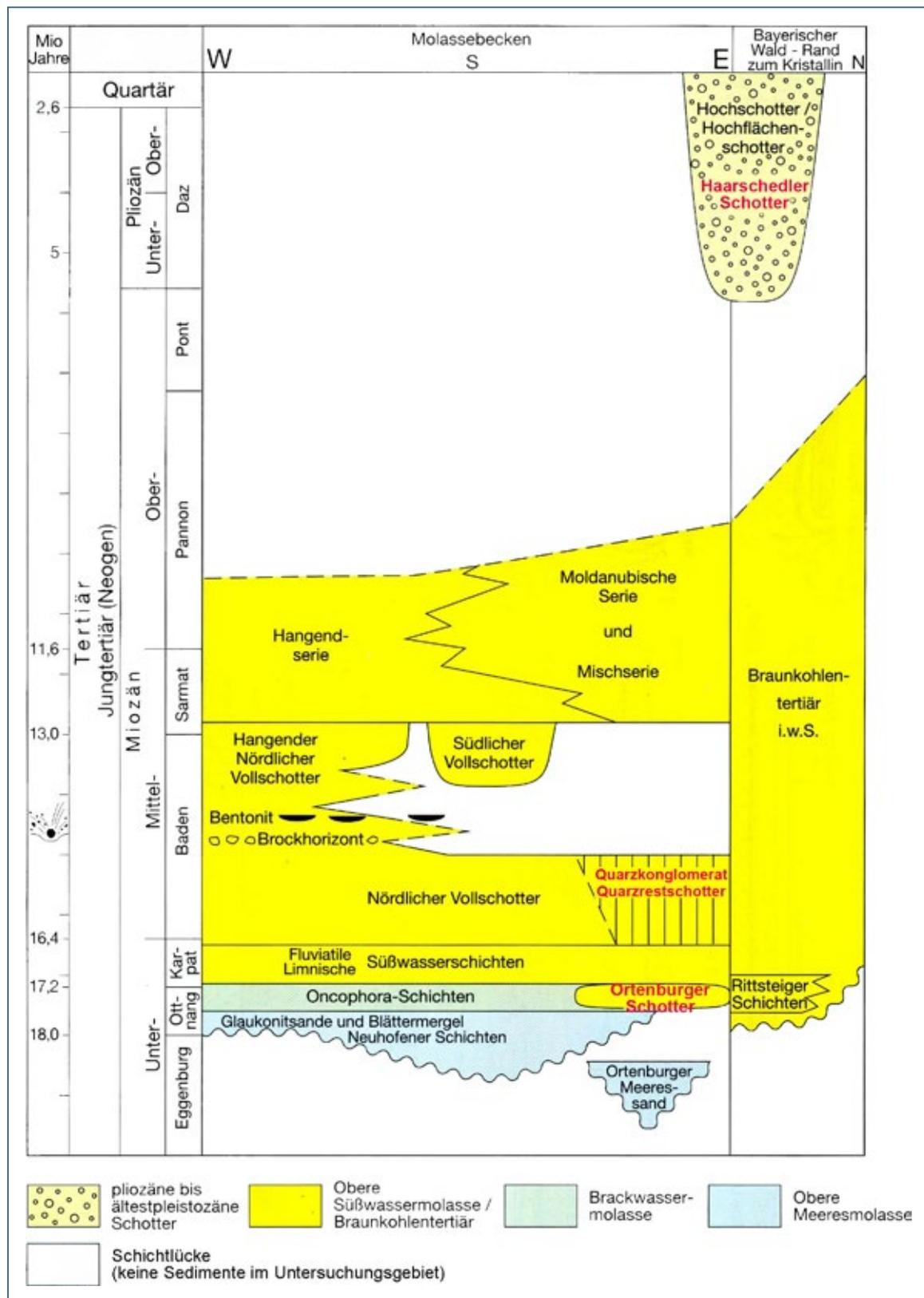


Abb. 4-3: Stratigraphische Gliederung des Tertiärs in Niederbayern – verändert nach (KEIM, GLASER & LAGALLY 2004). In roter Schrift: die in vorliegender Arbeit untersuchten Kiese.

## 5 Aktuelle Rohstoffsituation

In Deutschland wird Rohsilizium bisher nur in Südostbayern hergestellt. Als Rohstoff werden von der Siliziumindustrie neben Stückquarz vom Bayerischen Pfahl vor allem hochreine tertiäre Quarzkiese verwendet. Diese werden nur an wenigen, meist kleinräumig begrenzten Stellen in Niederbayern (Tab. 5-1), aber auch in den unmittelbar angrenzenden Nachbarländern (v. a. Österreich und Tschechien) abgebaut.

Tab. 5-1: Quarzrohstoffe aus Bayern für die Siliziumindustrie

Ort	TK-Blatt	Rohstoffart	Petrographie
Jederschwing	7245 Schöllnach	Haarschedler Schotter	Tertiäre Quarzkiese
Arnetsried	7044 Regen	Pfahlquarz	Gangquarz
March	7044 Regen	Pfahlquarz	Gangquarz

Die Quarzkieslagerstätte bei Jederschwing beinhaltet zwar noch ausreichend Quarzkies mit der erforderlichen Qualität, ist aber durch Flora-Fauna-Habitatgebiete und Naturschutz-Gebiete so stark eingeschränkt worden, dass seit etwa Mitte 2010 nur noch sehr geringe Mengen an die Siliziumindustrie geliefert werden konnten.

Die Qualität des Pfahlquarzes ist starken Schwankungen unterworfen. In der Regel kann nur durch selektiven Abbau aus günstigen Abschnitten Material gewonnen werden, das den Anforderungen der Siliziumindustrie genügt. Außerdem sind Abbauflächen im Bereich des Pfahlquarzes auch aus Gründen des Naturschutzes stark eingeschränkt.

Daher wurde der Schwerpunkt der Erkundung auf Quarzkiese der tertiären Vorlandmolasse Ostniederbayerns gelegt, nämlich auf die Haarschedler Schotter, die Quarzrestschotter und die Ortenburger Schotter (Abb. 4-3). Im Folgenden wird ein Überblick zu deren bisher bekannter Genese, Verbreitung, Ausbildung und Abbau im Untersuchungsgebiet gegeben.

### 5.1 Haarschedler Schotter

#### Verbreitung

Die Haarschedler Schotter lagern direkt dem Kristallinen Grundgebirge auf und sind bis auf wenige Ausnahmen nördlich der Donau verbreitet (siehe Abb. 3-1). Da diese Schotterablagerungen bei früheren geologischen Untersuchungen verschiedenen fluviatilen Schüttungen zugeordnet wurden, erhielten sie diverse Lokalnamen wie Schotter von Rittsteig, Haarschedl und Königsdobel. In vorliegender Arbeit wird diese Schottervorkommen vereinfachend als „Haarschedler Schotter“ bezeichnet. Das gesamte Verbreitungsgebiet der Haarschedler Schotter wurde durch das rezente Entwässerungsnetz der Donau mit allen Zu- und Nebenflüssen in viele Einzelareale zerlegt, die sich heute im Landschaftsbild als kuppig-wellige Restflächen darstellen (WEINIG et al. 1984). Die meisten Vorkommen sind derzeit obertägig nur in Umrissen bekannt.

Die Haarschedler Schotter sind im Wesentlichen nördlich von Passau, beiderseits der Ilz zwischen Thyrnau und Tiefenbach, verbreitet. Weiter im Westen, zwischen Schöllnach und Aicha vorm Wald, treten die Schotter in verschiedenen größeren und kleineren Arealen auf (EBEL et al. 2006). Südlich der Donau, zwischen Vilshofen und Marterberg steht Kristallin obertägig an. Hierauf lagern, auf mehrere kleinere Gebiete verteilt, Schotter, die ebenfalls den Haarschedler Schottern zugeordnet werden.

### Ausbildung und Eigenschaften

Die Haarschedler Schotter sind überwiegend Grobkiese mit deutlichem Steinanteil (Korngrößen über 20 mm bzw. über 63 mm). Eine weitgespannte und wechselnde Korngrößen-Zusammensetzung ist jedoch die Regel. Es treten z. T. stark feinsandige Fein- bis Grobkiese (2 bis 20 mm) auf. Die Sandfraktion ist im Liegenden dominant. Die Schluff- und Tonanteile sind hingegen nur sehr gering. Die Schotter weisen aufgrund von Korngrößenwechsel häufig einen deutlichen Lagenwechsel auf. Rosafarbene Tonlagen können gelegentlich zwischengeschaltet sein (WEINIG et al. 1984).

Die Haarschedler Schotter enthalten fast ausschließlich harte verwitterungsresistente Gerölle, die zu mehr als 50 % aus Quarzen und im Rest meist aus Quarziten des kristallinen Grundgebirges bestehen (Abb. 5-1). Karbonate sind in der Kiesfraktion nicht enthalten (EBEL et al. 2006).



Abb. 5-1: Haarschedler Schotter in der Gewinnungsstelle Nr. 24 Salzweg W

### Gewinnung und Verwendung

Derzeit sind bei Jederschwing und Thyrnau zwei Kiesgruben ständig in Betrieb, in denen Haarschedler Schotter gewonnen werden. In drei weiteren Kiesgruben wird nur bei Bedarf Kies abgebaut (Tab. 5-2).

Tab. 5-1: Quarzrohstoffe aus Bayern für die Siliziumindustrie

Nr.	Objektname	RW	HW	Art	Zustand	Verwendung
7	Jederschwing II a	4589446	5396853	Kgr	in Abbau	Straßenbau, Bauindustrie, <b>Siliziumindustrie</b>
2	Iggensbach NE	4585220	5400940	Kgr	zeitweiser Abbau	Straßen- u. Wegebau, Verfüllung
11	Forchenhügel	4589570	5398090	Kgr	kein Abbau	Straßen- u. Wegebau, Verfüllung
21	Socking E	4592763	5393121	Kgr	zeitweiser Abbau	Auffüllung, Wegebau
24	Salzweg W	4608700	5386720	Kgr	zeitweiser Abbau	Auffüllung, Wegebau
116	Thyrnau/ Untersimoln	4611871	5387147	Kgr	in Abbau	Straßenbau, Bauindustrie

Aus der Grube in Jederschwing können die handverlesenen Quarzgerölle aufgrund ihrer Größe, Quantität und Qualität als Rohstoff für die Siliziumindustrie verwendet werden. Die Grube Jederschwing ist derzeit die einzige Kiesgrube in Bayern, die regelmäßig Schotter für die Rohsilizium-Herstellung liefert (Abb. 5-2).



Abb. 5-2: Handverlesung und Lagerung von Quarzkiesen zur Rohsiliziumherstellung in der Kiesgrube Nr. 7 Jederschwing II a

In den nicht ständig in Betrieb befindlichen Kiesgruben wird der Haarschedler Schotter für den Straßen- und Wegebau sowie als Auffüllungsmaterial verwendet. Aus den Gruben Salzweg W und Thyrnau wurde früher versuchsweise auch Material für die Siliziumindustrie geliefert. Die Qualität der Kiese, insbesondere von Thyrnau, genügte jedoch nicht den Anforderungen der Siliziumindustrie.

## 5.2 Quarzrestschotter

### Verbreitung

Das Hauptverbreitungsgebiet der Quarzrestschotter liegt in Ostniederbayern zwischen Vilstal und Inntal und wird vom Tal der Rott in ein nördliches und ein südliches Areal getrennt (siehe Abb. 3-1). Nach Westen gehen die Quarzrestschotter allmählich in die Nördlichen Vollschotter über (BLISSENBACH 1957, STIEFEL 1957, 1957a). Im Osten sind die Quarzrestschotter ungefähr bis zur Linie Ortenburg – Bad Griesbach – Simbach a. Inn verbreitet. Durch Täler zerlappt und gebuchtet, nehmen die Quarzrestschotter Höhenrücken und ausgedehnte Plateaus ein, an deren Rändern sie ausstreichen.

Drei Erkundungsgebiete im Verbreitungsgebiet der Quarzrestschotter wurden in Ostniederbayern untersucht. Der Ostteil zwischen Bad Birnbach und Eggldham und der Westteil zwischen Pfarrkirchen und Roßbach, beide Areale nördlich des Rottals gelegen. Südlich des Rottals wurden die Quarzrestschotter zwischen Simbach a. Inn und Pfarrkirchen untersucht.

### Ausbildung und Eigenschaften

Die Quarzrestschotter sind Rückstandsprodukte einer intensiven chemischen Verwitterung im Tertiär, bei der alle Silikat- und Karbonatgerölle chemisch zersetzt und mehr oder weniger ausgespült wurden. Zurück blieb ein überwiegend schwach sandiger, mittel- bis grobkörniger Kies (6,3 bis 63 mm) mit fast ausschließlich reinen Quarzgeröllen. In tieferen Bereichen dieses Restschotters nimmt der Sandanteil etwas zu und der Grobkies-Anteil ab. In diesen Lagen können neben Quarzgeröllen auch unverwitterte bis mürbe Kristallingesteine und Kalksteine als Komponenten auftreten. Lokal kommen reine Sandlinsen im Schotterkörper vor. Der vergleichsweise hohe Tongehalt (überwiegend Kaolin), der bis zu 20 % betragen kann (WEINIG et al. 1984), ist der nicht ausgespülte Rückstand verwitterter Feldspäte und Schichtsilikate ehemaliger Kristallingerölle. Das weiße Kaolin gibt den Quarzrestschottern dann häufig eine intensiv weiße Färbung.

Das unverwitterte Äquivalent, aus denen die Quarzrestschotter hervorgingen, sind die sogenannten Vollschotter. Diese sind noch unkaolinisiert erhalten. Ungeklärt bleibt, ob die Quarzrestschotter aus dem primär abgelagerten oder umgelagerten Vollschottern entstanden (UNGER 1984).

Sind die Quarzrestschotter oberflächlich (bis in max. 3 m Tiefe) kieselig gebunden, dann liegt ein sehr hartes, vom Chemismus her für die Siliziumindustrie ungeeignetes, Quarzkonglomerat (Abb. 5-3) vor, das Plateaus mit einer steilen Hangkante bildet.



Abb. 5-3: Quarzrestschotter mit Konglomerat in der Gewinnungsstelle Nr. 50 Amsham

### Gewinnung und Verwendung

Quarzrestschotter werden nur bei Bedarf bei Hebertsfelden (östl. Eggenfelden), Riesberg (nordöstlich Pfarrkirchen) und Amsham (südl. Eggham) abgebaut (Tab. 5-3).

Tab. 5-3: Quarzrestschotter, Gewinnung und Verwendung

Nr.	Objektname	RW	HW	Art	Zustand	Verwendung
50	Amsham	4580180	5376180	Kgr	zeitweiser Abbau	Straßen- und Wegebau
81	Hebertsfelden	4561461	5365679	Kgr	zeitweiser Abbau	Straßen- und Wegebau
99	Riesberg SE	4575524	5371590	Kgr	zeitweiser Abbau	Wegebau

Das Material dient hauptsächlich dem Bau von Forst- und Wirtschaftswegen, zur Dammschüttung im Wasserbau sowie dem privaten Bedarf. Aufgrund des hohen Tongehaltes ist die Verwendungsmöglichkeit für die Bauindustrie ohne vorherige Aufbereitung sehr eingeschränkt. Nach neuesten Untersuchungen könnten die abschlämmbaren Restbestandteile (mit hohem kaolinitischen Anteil) dieser Schotter für die Keramik-Industrie von Bedeutung sein (SCHMITZ et al. 2011)

## 5.3 Ortenburger Schotter

### Verbreitung

Die Ortenburger Schotter, einst Rinnenfüllungen einer weitläufigen tertiären Deltaschüttung, finden ihre heutige Hauptverbreitung im Gebiet zwischen Passau und Aldersbach sowie westlich und südlich Vilshofen (siehe Abb. 3-1). Das Areal ist ca. 4 bis 6 km breit und zeigt eine Längserstreckung von E nach W über ca. 25 km (WEINIG et al. 1984). Nach NW nimmt der Anteil an gröberem Material stetig ab und geht in feinklastischere Ablagerungen über. Die Ortenburger Schotter stehen in der Regel hoch über den Talböden an und sind in fast allen Fällen grundwasserfrei.

### Ausbildung und Eigenschaften

Die Ortenburger Schotter sind überwiegend Mittel- bis Grobkiese (6,3 bis 20 mm), die unterschiedliche Anteile an Sand- und Feinkiesfraktion enthalten. Teilweise kann der Sandanteil überwiegen, so dass kiesige Sande den Kiesen in Lagen zwischengeschaltet sind. Die Ortenburger Schotter bilden aber ein weitestgehend homogenes Profil ohne rein sandige und schluffige Zwischenlagen (Abb. 5-4). In den hangenden Bereichen der Schotter erhöht sich der Sandgehalt und Anteile an Feinkorn (Schluff und Ton) können gelegentlich enthalten sein.

Ähnlich den Haarschedler Schottern besteht der überwiegende Anteil der Gerölle der Ortenburger Schotter aus Quarzen. Das darüber hinausgehende Geröllspektrum umfasst allerdings mit teilweise über 15 % zentralalpines Kristallin wie Gneise, Granite, vereinzelt Diabase, Quarzite und Lydite sowie geringe Anteile an kalkalpinen Komponenten und Geröllen des alpinen Buntsandsteins (UNGER 1984).



Abb. 5-4: Ortenburger Schotter in der Gewinnungsstelle Nr. 66 Haufenberg

### Gewinnung und Verwendung

Die Ortenburger Schotter werden im Trockenabbau an Hängen und Kuppeln als sogenannter Bergkies gewonnen. Die Abbauhöhen der Kiesgruben erreichen bis zu 30 m. Innerhalb des Untersuchungsgebietes werden die Ortenburger Schotter in mehr als einem Dutzend Gruben abgebaut (Tab. 5-4). Die Kiese finden in allen Bereichen des Straßenbaus und der betonverarbeitenden Bauindustrie Verwendung.

Tab. 5-4: Ortenburger Schotter, Gewinnung und Verwendung (bedeutsamste Abbaustellen)

Nr.	Objektname	RW	HW	Art	Zustand	Verwendung
14	Schönerting	4581390	5387010	Kgr	in Abbau	Straßenbau, Bauindustrie
44	Weihersbach S	4585023	5384038	Kgr	in Abbau	Straßenbau, Bauindustrie
45	Hörgessing W	4585340	5383830	Kgr	in Abbau	Straßenbau, Bauindustrie
52	Blindham NE	4589130	5383730	Kgr	zeitweiser Abbau	Straßenbau, Bauindustrie
53	Greisl	4589550	5383250	Kgr	zeitweiser Abbau	Straßenbau, Bauindustrie
57	Hechberger	4595283	5382628	Kgr	zeitweiser Abbau	Straßenbau, Bauindustrie
58	Voglam W	4593840	5381400	Kgr	in Abbau	Straßenbau, Bauindustrie
59	Schwiewag	4593265	5381156	Kgr	in Abbau	Straßenbau, Bauindustrie
60	Breitreuth	4593020	5381830	Kgr	in Abbau	Straßenbau, Bauindustrie
63	Schwiewag	4593158	5380899	Kgr	in Abbau	Straßenbau, Bauindustrie
65	Hierling W	4593180	5380140	Kgr	in Abbau	Straßenbau, Bauindustrie
66	Haufenberg	4594620	5380450	Kgr	in Abbau	Straßenbau, Bauindustrie
67	Simet	4593419	5381026	Kgr	in Abbau	Straßenbau, Bauindustrie

## 6 Durchgeführte Arbeiten

Nach umfangreichen Recherchen im Datenbestand des LfU (Abteilung Geologischer Dienst) wurden die Zielgebiete zur Erkundung und Untersuchung quarzreicher Kiese definiert. Für diese Gebiete (siehe Abb. 3-1) wurde folgendes **Untersuchungskonzept** erarbeitet:

Die Grundlage bildeten Auswertungen Topographischer Karten, Luftbilder, Geologischer Karten und Gewinnungsstellenkarten. Darüber hinaus wurden bereits erfolgte rohstoffgeologische Untersuchungen, historische Daten zu ehemaligen Abbaustellen aus dem Lagerstättenarchiv des LfU und Informationen aus Rohstoffdatenbanken berücksichtigt.

Im nächsten Schritt wurden alle offenen Sand- und Kiesgruben als potenzielle **Gewinnungsstellen** befahren und rohstoffgeologisch aufgenommen.

Auf Grundlage dieser Arbeiten sowie unter Berücksichtigung von Ausschlusskriterien, wie z. B. von Gebieten mit Schutzstatus (insbesondere Trinkwasser- u. Naturschutz) wurden die **Bohransatzpunkte** zur detaillierteren Erkundung der Quarzkiese festgelegt.

Die den Gewinnungsstellen und Erkundungsbohrungen entnommenen Proben mit Quarzkiesen wurden entsprechend der Zielsetzung des Projektes weiteren Laboruntersuchungen zugeführt. Überprüft wurde hierbei die qualitative Eignung der Quarzkiese als Rohstoff zur Herstellung von Rohsilizium. Dementsprechend wurden **Korngrößenanalysen** sowie **chemische Analysen** an geeignetem Probenmaterial durchgeführt.

### 6.1 Befahrung von Gewinnungsstellen

Nach Auswertung der vorhandenen Daten wurden **116 Gewinnungsstellen** innerhalb des Untersuchungsgebietes in Ostniederbayern befahren und unter rohstoffgeologischen Gesichtspunkten beprobt (Tab. 6-1). Der Fokus lag dabei auf den im vorangegangenen Kapitel beschriebenen Haarschedler Schottern, Quarzrestschottern und Ortenburger Schottern. Untergeordnet und in erster Linie zu Vergleichszwecken wurden zusätzlich Gewinnungsstellen aus der Hangendserie und aus den Nördlichen Vollschottern (vgl. Abb. 4-3) befahren, rohstoffgeologisch aufgenommen und beprobt.

Tab. 6-1: Anzahl aller befahrenen Gewinnungsstellen

Einheit	Anzahl der befahrenen Gewinnungsstellen	Entnommene Proben
Haarschedler Schotter	32	13
Hangendserie u. Mischserie	4	1
Quarzrestschotter	48	21
Nördliche Vollschotter	3	2
Ortenburger Schotter	29	9

Eine detaillierte Übersicht aller befahrenen Gewinnungsstellen findet sich im Kap. 11.1.

#### 6.1.1 Beprobung der Gewinnungsstellen

Nach Befahrung und Geländeaufnahme aller in Kap. 11.1 aufgeführten Gewinnungsstellen wurden 28 zur Probenahme ausgewählt. Von den 46 Proben aus diesen Gruben konnten 32 Proben direkt aus der Abbauwand als Mischprobe entnommen werden (Abb. 6-1), im Idealfall aus senkrechten Schlitzen

über mehrere Meter. Sieben Proben wurden dem Haufwerk am Fuß der Abbauwand, eine Probe wurde der Kies-Halde (Fraktion > 16 mm) in der Grube Nr. 7 Jederschwing II a (nach Handverlesung) entnommen (siehe Abb. 5-2). Eine Probe aus der Grube Nr. 63 Schwiewag ist eine reine Lesesteinprobe.



Abb. 6-1: Entnahme von Kiesproben in der Gewinnungsstelle Nr. 107 Griesingsreith NW

Generell betrug die Probenmenge etwa 20 kg bis maximal 40 kg. Die für die chemischen Analysen bestimmten Proben wurden in doppelter Menge beprobt. Hier wurde teilweise bereits im Gelände die Kiese > 16 mm abgesiebt, da für die chemischen Analysen ausschließlich diese Kornfraktion berücksichtigt wird.

Tab. 6-2: Probenahme Gewinnungsstellen (\*chemische Analyse, <sup>1</sup>Korngrößenanalysen gem. DIN18123, <sup>2</sup>Absiebung > 16mm im Gelände, n.b. = nicht bekannt)

Proben-Bezeichnung	Lokalität	Nr.	Entnahmetiefe (m)	Beschreibung	Anteil > 16 mm (%)	Rohstoff
MS-7244/1*	Iggensbach NE	2	2,0 - 8,0	Fein- Mittelkies; graubraun	11,12	Haarschedler Schotter
MS-7245/2 (> 16)*	Jederschwing II a	7	Halde	16–60; braungrau	19,9 <sup>2</sup>	Haarschedler Schotter
MS-7245/3 (> 16)*	Forchenhügel	11	0,0 - 8,0	> 16; graubraun	n.b.	Haarschedler Schotter
MS-7245/4	Forchenhügel	11	0,0 - 8,0	Kies; graubraun	n.b.	Haarschedler Schotter
MS-7344/1 (16/32)*	Schönerting NW	14	Haufwerk	16/32; graubraun	n.b.	Ortenburger Schotter
MS-7345/1*	Kapfham, NE (Grube "Iggensbach")	9	1,0 - 3,0	Kies; braun	9,32	Haarschedler Schotter
MS-7345/2*	Socking E	21	2,0 - 3,0	Kies; graubraun	25,02	Haarschedler Schotter
MS-7346/2	Salzweg W	24	1,0 - 11,0	Kies; braun	55,11	Haarschedler Schotter
MS-7346/3 (> 16)*	Salzweg W	24	1,0 - 11,0	Kies; braun	n.b.	Haarschedler Schotter
MS-7346/4 (> 16)*	Salzweg W	24	12,0 - 15,0	Kies; weißgrau	n.b.	Haarschedler Schotter
MS-7346/5	Schmidöd	29	3,0 - 5,0 6,0 - 11,0	Kies; braungrau	37,31	Haarschedler Schotter
MS-7346/6 (> 16)*	Schmidöd	29	3,0 - 5,0 6,0 - 11,0	> 16; braungrau	n.b.	Haarschedler Schotter
MS-7346/7 (> 16)*	Schmidöd	29	2,0 - 5,0	> 16; braungrau	n.b.	Haarschedler Schotter
MS-7443/0*	Haselbach	33	n.b.	Kies; braungrau	n.b.	Nördl. Vollschotter/ Quarzrestschotter
MS-7443/1*	Haselbach	33	2,0 - 6,0	Kies; braun	45,82	Nördl. Vollschotter/ Quarzrestschotter
MS-7443/2*	Schornbach	37	4,0 - 7,0	Mittel- bis Grobkies; ockerbraun	26,62	Quarzrestschotter
MS-7443/3	Kudlhub	38	4,0 - 15,0	Kies; braun	30,92	Nördlicher Vollschotter
MS-7443/4 (16/32)*	Kudlhub	38	Haufwerk	16/32; braun	n.b.	Nördlicher Vollschotter
MS-7443/5 (> 16)*	Furth	40	3,0 - 4,5	> 16; braun	n.b.	Quarzrestschotter

Proben-Bezeichnung	Lokalität	Nr.	Entnahmetiefe (m)	Beschreibung	Anteil > 16 mm (%)	Rohstoff
MS-7443/6*	Kraham	30	n.b.	Kies; gelbbraun	n.b.	Nördlicher Vollsotter/ Quarzrestschotter
MS-7444/1*	Amsham	50	7,0 - 8,0	Kies; weißgrau	43,12	Quarzrestschotter
MS-7444/4	Amsham	50	1,5 - 4,0	Kies; beige	n.b.	Quarzrestschotter
MS-7444/5 (> 16)*	Amsham	50	1,5 - 4,0	> 16; beige	n.b.	Quarzrestschotter
MS-7444/6*	Amsham	50	1,5 - 3,5	Kies; weißgrau	n.b.	Quarzrestschotter
MS-7444/2	Hörgessing W	45	23,0 - 28,0	Kies; braungrau	25,01	Ortenburger Schotter
MS-7444/3 (> 16)*	Hörgessing W	45	23,0 - 28,0	Kies; braungrau	n.b.	Ortenburger Schotter
MS-7445/1 (> 16)*	Schwiewag	63	Lesesteine	> 16; braungrau	n.b.	Ortenburger Schotter
MS-7445/2	Breitreuth	60	Haufwerk	Kies; braungrau	33,31	Ortenburger Schotter
MS-7445/3 (> 16)*	Breitreuth	60	Haufwerk	> 16; braungrau	n.b.	Ortenburger Schotter
MS-7445/4	Voglarn W	58	Haufwerk	Kies; braungrau	19,71	Ortenburger Schotter
MS-7445/5 (> 16)*	Voglarn W	58	Haufwerk	> 16; braungrau	n.b.	Ortenburger Schotter
MS-7445/6 (> 16)*	Hechberger W	57	Haufwerk	> 16; braungrau	n.b.	Ortenburger Schotter
MS-7542/1	Eklhub 2	78	1,5 - 3,0	Kies; hellgrau	20,01	Quarzrestschotter
MS-7542/2 (> 16)*	Eklhub 2	78	1,5 - 3,0	> 16; hellgrau	n.b.	Quarzrestschotter
MS-7542/3 (> 16)*	Eklhub 1	79	n.b.	> 16; graubraun	n.b.	Quarzrestschotter
MS-7542/4 (> 16)*	Herbertsfelden 1	80	2,5 - 3,5	> 16; graubraun	n.b.	Quarzrestschotter
MS-7542/5	Herbertsfelden 2	81	3,5 - 6,0	Kies; graubraun	n.b.	Quarzrestschotter
MS-7542/6 (> 16)*	Herbertsfelden 2	81	3,5 - 6,0	> 16; graubraun	n.b.	Quarzrestschotter
MS-7543/2	Sandberg	83	n.b.	Kies; graubraun	26,61	Quarzrestschotter
MS-7543/1*	Kienbach	84	2,0 - 5,0	Kies; rostbraun	56,22	Quarzrestschotter
MS-7544/1*	Wurmsöd	89	5,0 - 6,0	Kies; graubraun	n.b.	Quarzrestschotter
MS-7544/2	Riesberg SE	99	3,5 - 6,0	Kies; braungrau	n.b.	Quarzrestschotter
MS-7644/1	Griesingsreith NW	107	1,0 - 8,0	Kies; weißgrau	43,71	Quarzrestschotter
MS-7644/2*	Griesingsreith NW	107	3,0 - 9,0	Kies; weißgrau	36,51	Quarzrestschotter
MS-7644/5 (> 16)*	Griesingsreith NW	107	0,0 - 10,0	> 16; weißgrau	n.b.	Quarzrestschotter
MS-7644/3 (> 16)*	Bärnsham	115	n.b.	> 16; braungrau	n.b.	Hangendserie

Eine Übersicht der aus Gewinnungsstellen entnommenen Proben zeigt die folgende Tab. 6-2.

## 6.2 Erkundungsbohrungen

In den Jahren 2006, 2007 und 2008 wurden in drei Bohrkampagnen 36 Erkundungsbohrungen (Q 1 bis Q 36) niedergebracht (Abb. 6-2, Tab. 6-3). Die gesamte Bohrstrecke beträgt 1.085 m. Die Teufe je Bohrung bewegt sich zwischen 11 m und 40 m. Die durchschnittliche Bohrtiefe liegt bei ca. 30 m. Als Bohrwerkzeug wurde überwiegend ein Rammkernrohr benutzt, seltener ein Seil- oder Doppelkernrohr. Der Bohrdurchmesser zur Kerngewinnung betrug mindestens 100 mm, meist 146 mm. Die Bohrkern wurden in Kernkisten gelagert und nach Aufnahme in das Kernlager des LfU verbracht. Bohrüberwachung sowie Kernaufnahme und teilweise auch die Fotodokumentation erfolgten vor Ort an der Bohrstelle.



Abb. 6-2: Abteufen der Bohrung Q 12 zur Quarzkies-Erkundung

Tab. 6-3: Übersicht zu den abgeteufen Erkundungsbohrungen

Name der Bohrung	Bohrung Nr.	Erkundungsgebiet	Endteufe [m]	Kiesmächtigkeit [m]	Erkundung auf Rohstoff
Kleinmeicking	Q 1	1	30,0	2,6	Haarschedler Schotter
Gunzing	Q 2	1	11,0	0,3	Haarschedler Schotter
Lohholz A	Q 3	1	30,0	0,3	Haarschedler Schotter
Lohholz B	Q 4	1	30,0	-	Haarschedler Schotter
Neuhofen	Q 5	1	30,0	-	Haarschedler Schotter
Iggensbach-Grubet	Q 6	1	30,0	5,1	Haarschedler Schotter
Iggensbach-Steinhügel A	Q 7	1	30,0	3,6	Haarschedler Schotter
Iggensbach-Steinhügel B	Q 8	1	30,0	4,5	Haarschedler Schotter
Iggensbach-Schwarzholz	Q 9	1	30,0	-	Haarschedler Schotter
Maign-Forchenhügel West	Q 10	1	30,0	-	Haarschedler Schotter
Kalling Nord	Q 11	1	27,0	-	Haarschedler Schotter
Waldhof	Q 12	2	19,0	3,8	Haarschedler Schotter
Neuburger Holz	Q 13	2	74,5	7,3	Haarschedler Schotter
Tattenbacher Holz A	Q 14	4	30,0	24,7	Quarzrestschotter
Tattenbacher Holz B	Q 15	4	40,0	18,2	Quarzrestschotter
Lugens A	Q 16	4	30,0	1,6	Quarzrestschotter
Lugens B	Q 17	4	40,0	0,7	Quarzrestschotter
Steinberg A	Q 18	4	40,0	18,3	Quarzrestschotter
Steinberg B	Q 19	4	30,0	10,3	Quarzrestschotter
Steinkart A	Q 20	4	30,0	23,6	Quarzrestschotter
Steinkart B	Q 21	4	40,0	28,9	Quarzrestschotter
Sturzholz A	Q 22	5	30,0	19,4	Quarzrestschotter
Sturzholz B	Q 23	5	35,0	12,2	Quarzrestschotter
Grafenwald A	Q 24	5	40,0	23,5	Quarzrestschotter
Grafenwald B	Q 25	5	30,0	15,9	Quarzrestschotter
Schellenberg	Q 26	5	33,0	10,4	Quarzrestschotter
Marterbergholz A	Q 27	2	35,0	21,1	Haarschedler Schotter
Salzweg A	Q 28	3	20,0	15,5	Haarschedler Schotter
Salzweg B	Q 29	3	15,0	11,0	Haarschedler Schotter
Salzweg C	Q 30	3	17,0	12,8	Haarschedler Schotter
Königsdobl	Q 31	3	15,0	11,6	Haarschedler Schotter
Grabenholz	Q 32	4	20,0	5,0	Quarzrestschotter
Schlott	Q 33	6	30,0	16,7	Quarzrestschotter
Fürstberger Wald A	Q 34	5	20,0	11,5	Quarzrestschotter
Fürstberger Wald B	Q 35	5	25,0	15,6	Quarzrestschotter
Marterbergholz B	Q 36	2	39,0	10,9	Haarschedler Schotter

Weitere Details zur Lage, Ansatzhöhe, Kiesbasis, Überdeckung der Kiese, Mächtigkeit der Kieszwischenlagen und angetroffenem Grundwasser der Bohrungen finden sich in Kap. 11.2 und 11.3.

### 6.2.1 Beprobung des Bohrgutes

Nach Aufnahme der Bohrungen, Ermittlung der Kiesmächtigkeiten und Zuordnung der Kieshorizonte wurden Proben für die folgenden Laboruntersuchungen entnommen. Den Bohrungen Q 1 bis Q 36 wurden 56 Quarzkiesproben entnommen. Die Bohrungen Q 1 bis Q 5, Q 9 bis Q 11 sowie Q 16 und Q 17 wurden nicht beprobt, da hier keine nennenswerten Kieslagen angetroffen wurden.

Die Probenahme erfolgte mittels Handschaufel aus den Kernkisten. Dabei wurden i. d. R. Mischproben über mehrere Meter entnommen. Je nach Kiesmächtigkeit konnten für eine Probe 2 kg bis maximal 35 kg entnommen werden. Mächtigere Sand- bzw. Ton/Schluff-Zwischenlagen, die auch bei einem Abbau ausgehalten werden könnten, wurden ausgespart.

Eine Zusammenstellung aller Proben aus den Bohrungen zeigt die folgende Tab. 6-4.

Tab. 6-4: Probenahme Erkundungsbohrungen (\* = Chemische Analyse u. KG-Analyse gem. DIN 18123, \*nur Absiebung > 16mm, nb = nicht bekannt)

Bohrung Nr.	Proben Nr.	Entnahmetiefe (m u. GOK)	Kalkgehalt	Anteil > 16mm (%)	Rohstoff
Q 6	Q 6/K1+	1,7 - 3,2	nb	7,8	Haarschedler Schotter
		4,5 - 6,0/ 6,7 - 7,8		5,3	
		7,8 - 10,6		1,0	
Q 7	Q 7/K1+	1,3 - 4,5 5,1 - 6,0	nb	15,0	Haarschedler Schotter
Q 8	Q 8/K1+	1,9 - 4,8 5,0 - 7,8/ 8,0 - 8,7	nb	9,9	Haarschedler Schotter
Q 12	Q 12/K1*	10,3 - 14,0	schwach karbonathaltig	41,2	Haarschedler Schotter
Q 13	Q 13/K1*	12,5 - 19,7	schwach bis stark karbonathaltig	32,4	Haarschedler Schotter
Q 14	Q 14/K1*	3,7 - 11,2	karbonatfrei	17,8	Quarzrestschotter
	Q 14/K2*	12,9 - 28,2	karbonatfrei	5,3	
Q 15	Q 15/K1*	1,0 - 6,5 7,0 - 8,5	karbonatfrei	24,8	Quarzrestschotter
	Q 15/K2*	8,5 - 10,5	karbonatfrei	10,2	
	Q 15/K3*	12,7 - 22,4	karbonatfrei	3,2	
	Q 15/K4*	22,4 - 28,8	karbonatfrei	5,3	
Q 18	Q 18/K1*	4,0 - 9,7 10,9 - 14,9	karbonatfrei	29,7	Quarzrestschotter
	Q 18/K2*	14,9 - 19,6	karbonatfrei	17,4	
Q 19	Q 19/K1*	0,4 - 1,8	nb	nb	Quarzkonglomerat Quarzrestschotter
	Q 19/K2*	1,8 - 9,5	karbonatfrei	11,8	
	Q 19/K3*	9,5 - 15,6	karbonatfrei	23,4	
Q 20	Q 20/K1*	5,10 - 14,5	karbonatfrei	23,4	Quarzkonglomerat Quarzrestschotter
	Q 20/K2*	16,0 - 17,2	nb	nb	
	Q 20/32*	17,2 - 21,7	karbonatfrei	22,0	
		23,4 - 30,0			
Q 21	Q 21/K1*	2,0 - 16,4	karbonatfrei	15,5	Quarzrestschotter
	Q 21/K2*	17,4 - 26,0	karbonatfrei	10,3	
Q 22	Q 22/K1*	3,4 - 12,8	karbonatfrei	42,1	Quarzrestschotter
	Q 22/K2*	16,6 - 24,1	karbonatfrei	25,4	
Q 23	Q 23/K1*	2,0 - 14,2	karbonatfrei	29,4	Quarzrestschotter
	Q 23/K2*	17,0 - 25,3	z.T. schwach karbonathaltig	9,1	

Bohrung Nr.	Proben Nr.	Entnahmetiefe (m u. GOK)	Kalkgehalt	Anteil > 16mm (%)	Rohstoff
Q 24	Q 24/K1*	10,3 - 20,0	karbonatfrei	11,4	Quarzrestschotter
	Q 24/K2*	20,0 - 28,0	karbonatfrei	21,1	
	Q 24/K3*	28,0 - 37,7	karbonatfrei	16,6	
Q 25	Q 25/K1*	2,8 - 12,0	karbonatfrei	14,2	Quarzrestschotter
	Q 25/K2*	12,0 - 18,7	karbonatfrei	11,4	
Q 26	Q 26/K1*	17,3 - 21,8	karbonatfrei	3,0	Quarzrestschotter
	Q 26/K2*	21,8 - 32,2	karbonatfrei	17,7	
Q 27	Q 27/K1*	0,9 - 5,6	karbonatfrei	67,6	Haarschedler Schotter
	Q 27/K2*	5,6 - 10,7	karbonatfrei	71,3	
	Q 27/K3*	11,3 - 18,0	karbonatfrei	17,0	
	Q 27/K4*	18,0 - 22,0	karbonatfrei	61,5	
Q 28	Q 28/K1*	4,0 - 14,0	karbonatfrei	62,9	Haarschedler Schotter
	Q 28/K2*	14,7 - 19,0	karbonatfrei	51,1	
Q 29	Q 29/K1*	4,4 - 8,0	z.T. schwach karbonathaltig	56,4	Haarschedler Schotter
	Q 29/K2*	8,0 - 13,1	schwach karbonathaltig	56,0	
Q 30	Q 30/K1*	1,0 - 3,0	karbonatfrei	39,7	Haarschedler Schotter
	Q 30/K2*	3,0 - 5,6	karbonatfrei	56,3	
	Q 30/K3*	5,6 - 13,5	karbonatfrei	53,8	
Q 31	Q 31/K1*	0,6 - 06,2	karbonatfrei	49,3	Haarschedler Schotter
	Q 31/K2*	6,2 - 11,0	karbonatfrei	18,2	
Q 32	Q 32/K1*	4,40 - 8,0	karbonatfrei	10,8	Quarzrestschotter
Q 33	Q 33/K1*	6,0 - 12,4	karbonatfrei	34,8	Quarzrestschotter
	Q 33/K2*	12,4 - 15,8	karbonatfrei	14,1	
	Q 33/K3*	18,1 - 24,6	karbonatfrei	17,7	
Q 34	Q 34/K1*	2,7 - 9,0	karbonatfrei	45,9	Quarzrestschotter
	Q 34/K2*	11,6 - 14,6	karbonatfrei	9,4	
Q 35	Q 35/K1*	1,7 - 4,0	karbonatfrei	28,0	Quarzrestschotter
	Q 35/K2*	4,0 - 7,0	karbonatfrei	50,6	
	Q 35/K3*	7,0 - 12,2	karbonatfrei	36,9	
	Q 35/K4*	12,2 - 17,3	karbonatfrei	38,0	
Q 36	Q 36/K1*	1,0 - 8,5	karbonatfrei	68,1	Haarschedler Schotter

### 6.3 Laboruntersuchungen

Zur Herstellung von elementarem Rohsilizium werden, neben einer wirtschaftlichen Lagerstättengröße, zwei wesentliche Anforderungen an den Rohstoff Quarzkies gestellt.

1. Der Korndurchmesser der Quarzkomponenten sollte möglichst > 16 mm sein, idealerweise sollte er zwischen 16 bis 80 mm betragen. Diese Vorgabe ergibt sich aus der Tatsache, dass elementares Silizium nur durch hohen Energieaufwand von seiner Sauerstoffbindung ( $\text{SiO}_2$ ) aus einer im Lichtbogenofen hergestellten Schmelze abgespalten werden kann. Durch Zugabe von Kohle als Kohlenstoffträger wird über mehrere Reaktionen das  $\text{O}_2$ -Molekül gebunden. Es entsteht im Lichtbogenofen das Gas Kohlenmonoxid (CO), das in allen Teilen des Ofens gleichmäßig zirkulieren und aufsteigen muss. Dies ist nur mit gut verbundenen Hohlräumen möglich, die durch Schüttung der Quarzkorngrößen 16 bis 80 mm am idealsten sind. Größere Korndurchmesser bis 100 mm bzw. 120 mm wären auch möglich. Die Hohlräume zur Gaszirkulation wären dann größer, die Rohsiliziumherstellung würde jedoch einen höheren Energieeinsatz erfordern. Geringere Korngrößen des Quarzkieses wirken sich ebenso unrentabel auf die Produktion aus, da eine gleichmäßige Gaszirkulation durch schlechter verbundene kleine Hohlräume nicht mehr gegeben ist. Der Einsatz von Quarzsandbriketts (um auch kleinere Korngrößen zu verarbeiten) ist zu teuer.

2. Die Mindestanforderungswerte am Gehalt einiger Elementoxide sollten im Rohstoff Quarzkies nicht überschritten werden. Prinzipiell gilt, je höher der SiO<sub>2</sub>-Gehalt und je geringer alle „Verunreinigungen“ bzw. Beeinflussungen durch andere Elementoxide im Quarzkies und somit in der herzustellenden Schmelze sind, desto effektiver lässt sich der Prozess zur Rohsiliziumherstellung steuern.

Zur Orientierung, welche Anforderungen von der Siliziumindustrie an den Quarzrohstoff gestellt werden, sind in Tab. 6-5 die Mindest- und Standard-Gehalte an SiO<sub>2</sub> sowie die maximal zu tolerierenden Gehalte der häufigsten enthaltenen störenden Elementoxide eingetragen.

Die Werte der Siliziumindustrie in Tab. 6-5 richten sich nach den Angaben der RW silicium GmbH (Rottwerk Pocking).

Tab. 6-5: Anforderungen der Siliziumindustrie an den Quarzrohstoff (<sup>1</sup>Angaben aus LORENZ & GWOSDZ 1999; <sup>2</sup>Anforderung der RW silicium GmbH)

Anforderung		SiO <sub>2</sub> (M.-%)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (M.-%)	CaO (M.-%)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (M.-%)	TiO <sub>2</sub> (M.-%)
Literatur <sup>1</sup>	Si-Metall (Metallurgie)	> 99,0	< 0,2	< 0,2	< 0,1	< 0,02
Siliziumindustrie <sup>2</sup>	Standardwerte	> 99,6	≤ 0,2	≤ 0,005	≤ 0,05	≤ 0,008
	Mindestwerte	> 99,4	≤ 0,45	≤ 0,03	≤ 0,09	≤ 0,015

Da Quarzrohstoffe von konstant guter Qualität in der Regel nicht immer ausreichend vorhanden sind, wird von der Siliziumindustrie mit Einschränkungen auch Material von geringerer Qualität als Rohstoff angenommen. Die in der Tab. 6-5 angegebenen Mindestanforderungen der Siliziumindustrie insbesondere bezüglich der Eisen- und Titangehalte sollten jedoch nicht überschritten werden. Daraus ergeben sich folgende Eignungskategorien: Der Rohstoff ist „sehr gut geeignet“, wenn er die Standardanforderung erfüllt. Bei Einhaltung der Mindestanforderungswerte ist der Rohstoff „mäßig bis gut geeignet“ (prinzipielle Eignung). Überschreitet er die Eisen- und Titanwerte, scheidet er als Rohstoff für die Rohsiliziumproduktion in der Regel aus. In Tab. 6-6 sind die üblichen und deshalb mindestens zu untersuchenden Elementoxide der Quarzrohstoffe und die Gehalte der jeweiligen Eignungskriterien aufgeführt.

Tab. 6-6: Eignungskategorien für Quarzrohstoffe (basierend auf den in Tab. 5-5 angegebenen Anforderungen der Siliziumindustrie)

Eignungskategorien	SiO <sub>2</sub> (M.-%)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (M.-%)	CaO (M.-%)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (M.-%)	TiO <sub>2</sub> (M.-%)
sehr gut (Standardanforderungswerte)	> 99,6	≤ 0,2	≤ 0,005	≤ 0,05	≤ 0,008
gut bis mäßig (Schwankungsbreite der Mindestanforderungswerte)	99,4 - 99,6	0,2 - 0,45	0,005 - 0,03	0,05 - 0,09	0,008 - 0,015
weniger bis nicht (entspricht nicht mehr den Mindestanforderungswerten)	99,0 - 99,4	> 0,45	> 0,03	> 0,09	> 0,015

### 6.3.1 Korngrößenanalysen

Von den 46 Proben aus den Gewinnungsstellen (vgl. Tab. 6-2) wurde bei 9 ausgewählten Proben eine Korngrößenanalyse gem. DIN 18123 durchgeführt. Bei weiteren 9 Proben wurden die Fraktionen > 16 mm abgesiebt und ihr Anteil am Gesamtgewicht bestimmt (Angaben in Gewichtsprozent).

Mit Ausnahme der Quarzkonglomerat-Proben Q 19/K1 und Q 20/K2 sowie der Proben aus den Bohrungen Q 9 bis Q 11 wurde bei allen weiteren 51 Proben aus den Erkundungsbohrungen eine Korngrößenanalyse gemäß DIN 18123 durchgeführt. Dies wurde deshalb als wichtig erachtet, da die Proben einer Bohrung immer nur einen punktuellen Ausschnitt des zu ermittelnden Rohstoffes im Untergrund repräsentieren. Zur Korrelation der Quarzkieslagen im Untergrund zwischen den Bohrungen eines Erkundungsgebietes ist eine genauere Ansprache sehr hilfreich. Tiefenlage, Mächtigkeit und das Volumen („Kubatur“) der Quarzkieslagerstätte lassen sich auf diese Weise besser abschätzen. Lediglich bei den Proben aus Q 6, Q 7 und Q 8 wurde nur der Anteil > 16 mm abgesiebt und prozentual bestimmt (siehe Tab. 6-4).

### 6.3.2 Chemische Analysen

Von den Kies- und Schotter-Proben aus den Gewinnungsstellen und Erkundungsbohrungen wurden 56 einer chemischen Vollanalyse am laboreigenen Röntgenfluoreszenz-Messgerät des LfU in Marktredwitz unterzogen. Hier wurden mittels Röntgenfluoreszenz-Analytik (RFA) ausgewählte Haupt- und Nebenelemente quantitativ bestimmt, um die verschiedenen Schotter-Einheiten zu charakterisieren. Mit gleicher Methode sind am Lehrstuhl für Ingenieurgeologie der TU München 24 weitere Proben aus der abschließenden Bohrkampagne (Bohrungen Q 27 bis Q 36) untersucht wurden. Am Institut für Geowissenschaften, Fachgebiet Mineralogie/Geochemie, der Universität Halle wurden einige Proben mittels RFA und Induktiv gekoppelter Plasma – Emissionsspektroskopie (ICP-OES) zur abschließenden Beurteilung nochmals als Vergleichsproben chemisch analysiert. Interne Laborstandards, Messgeräte abhängige Schwankungen, Umfang der zu analysierenden Elemente, z. T. verschiedene Nachweisgrenzen, bedingen dabei immer eine gewisse Schwankungsbreite der Messergebnisse der einzelnen Labors. Dennoch bilden die Ergebnisse der chemischen Analysen immer den gleichen Trend der Zusammensetzung einer Probe ab.

Untersucht wurden alle Proben in diesen Labors auf die folgenden Hauptelementoxide (Angaben jeweils in Gewichts-%):  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$  sowie der Glühverlust (GV). Die Nebenelemente wurden als Elementkonzentrationen in mg/kg angegeben, da sie meist nur in geringsten Konzentrationen enthalten waren.

Die Summe der Elementoxide erreicht nicht in allen Fällen 100 %. Dies hat folgende Ursachen:

Mittels RFA werden die Hauptelemente (Si, Ti, Al, Fe, Mn, Mg, Ca, Na, K, P) als Elementoxide in Prozent (%) und ausgewählte Spurenelemente (Ba, Cr, Nb, Ni, Rb, Sr, V, Y, Zn, Zr) in ppm des Trockengewichts bestimmt. Die leichten Elemente C, N und S können nicht mittels RFA gemessen werden. Eisen wird nur als Gesamteisen, nicht differenziert nach  $\text{Fe}^{2+}$  und  $\text{Fe}^{3+}$ , gemessen. Mit internationalen Standards unterschiedlicher Elementkonzentration wird eine Eichkurve der zu messenden Elemente erstellt, die den Konzentrationsbereich, in dem die Proben liegen, abdecken sollte und mit deren linearer Korrelation zwischen Fluoreszenz-Intensität (counts/sec) und Elementgehalt (% oder ppm) die Elementkonzentrationen in der Probe berechnet werden. Bei der quantitativen wellenlängendispersiven RFA-Messung treten zudem Massenschwächungs- und Massenanstreueffekten innerhalb der Probenmatrix auf, die mittels sog. Alpha-Korrektur (Fundamental-Parameter-Methode) „herauszurechnen“ sind, da massenabhängig die Absorption der Röntgenstrahlung durch die Probenmatrix variiert. Da sich bei diesen Verfahrensschritten Messfehler mit rechnerischen Fehlern addieren ist eine „ideale“ Analysensumme von 100 % nicht immer zu erreichen. Bei „guten Messungen“ sollten die Gesamtsumme des mittels der RFA gemessenen Element- und  $\text{H}_2\text{O}$ -Gehaltes sowie des Glühverlustes zwischen 99,5 und 100,5 Gew.-% liegen.

50 Proben wurden außerdem einer routinemäßigen chemischen Untersuchung mit der induktiv gekoppelten Plasma – Massenspektroskopie (ICP-MS) bei der Rohsilizium produzierenden RW silicium GmbH unterzogen. Die Aufbereitungs- und Messmethoden basieren auf langjährigen Erfahrungen der Industrie, die so einen internen Qualitätsstandard für Quarzrohstoff definieren konnte, um zum Endprodukt Rohsilizium zu gelangen. Hierbei werden die Proben auf die Elementoxide  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$  untersucht (s. Tab. 6-5). Dabei wird der  $\text{SiO}_2$ -Gehalt vereinfacht als 100 % abzüglich der ermittelten Gehalte an  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$  angegeben. Dieser  $\text{SiO}_2$ -Gehalt entspricht somit nicht dem tatsächlichen Gehalt in einer Probe.

Die Ergebnisse zeigten, dass die  $\text{SiO}_2$ -Gehalte der Siliziumindustrie durchgängig höher als die der Vollanalysen der anderen Labors sind. Dies ist darauf zurückzuführen, dass in den Labors zusätzliche Haupt- und Nebenelemente sowie der Glühverlust, d. h. die Summe aller in der Probe enthaltenen leichtflüchtigen Elemente und Verbindungen wie OH-Gruppen, Wasser,  $\text{CO}_2$ , Halogene etc. bestimmt wurden. Damit verringert sich natürlich der Anteil an  $\text{SiO}_2$  an der Gesamtprobe. Die Differenz beträgt durchschnittlich 0,5 Gew.-%. Bei einem geforderten Mindestgehalt von 99,4 Gew.-%  $\text{SiO}_2$  kann diese Abweichung zu deutlich unterschiedlichen Aussagen führen.

Dies bedeutet aber auch, dass die vollanalytisierten Kiesproben mit  $\text{SiO}_2$ -Gehalten  $< 99,4$  Gew.-% durchaus noch den Ansprüchen der Siliziumindustrie entsprechen, wenn alle anderen wesentlichen Hauptelemente ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ ) weitestgehend die Mindestanforderungen erfüllen.

## 7 Ergebnisse

Die Untergliederung dieses Kapitels erfolgt nach den verschiedenen Kies-Einheiten mit den dazu gehörigen Erkundungsgebieten (siehe Abb. 3-1 und Tab. 3-1). Für jedes der 7 Erkundungsgebiete werden Verbreitung und Mächtigkeit der Kiese, deren Korngrößenspektren und deren Petrographie sowie die Ergebnisse der chemischen Untersuchungen dargestellt.

Bei den geologischen Säulenprofilen (Abb. 7-3, 7-5, 7-10, 7-17, 7-22, 7-23, 7-25, 7-30, 7-31, 7-36, 7-37, 7-38, 7-43, 7-44 und 7-45) wurde die Relation der Geländeoberkanten der Bohrungen und der Kies- und Sandgruben zueinander beibehalten. Die horizontalen Entfernungen der Profile sind dagegen nicht maßstäblich.

Die chemischen Ergebnisse werden sowohl objektbezogen in Tabellenform, als auch in zusammenfassenden Darstellungen aller relevanten Elementoxide (ohne Mittelwerte) graphisch dargestellt (Abb. 7-7, 7-13, 7-20, 7-28, 7-34, 7-41 und 7-46). Aufgetragen sind jeweils die vier wichtigsten „Verunreinigungs-Elemente“ Al, Ca, Fe und Ti als Oxide jeweils gegen den SiO<sub>2</sub>-Gehalt. An den Skalen sind die jeweiligen Werte für die Mindestanforderung gelb unterlegt. Die Analysenwerte in den gelben Feldern entsprechen den Mindest- bis Standardanforderungen der Siliziumindustrie. Die Punkte unterhalb der horizontalen roten Linie erfüllen alle die Mindestanforderung hinsichtlich des jeweiligen „Verunreinigungs-Elementes“.

### 7.1 Haarschedler Schotter

#### 7.1.1 Erkundungsgebiet 1: Schöllnach – Aicha vorm Wald

Das Erkundungsgebiet 1 befindet sich nördlich der Donau zwischen Schöllnach und Aicha vorm Wald (Abb. 7-1). Der Schwerpunkt der Erkundungen konzentrierte sich auf den Bereich östlich bis südlich Außernzell (Abb. 7-2) sowie auf den Bereich zwischen Iggenbach und Schöllnach (Abb. 7-4). Es wurden 11 Erkundungsbohrungen abgeteuft, wobei Schutz- bzw. Retentionsgebiete für Flora und Fauna (Flora-Fauna-Habitat) sowie die Geländezugänglichkeiten die Lageauswahl der Bohrpunkte einschränkte. 15 Kies- und Sandgruben wurden befahren, einige davon beprobt.

#### Verbreitung und Mächtigkeit

Die flächige Ausdehnung der einzelnen Vorkommen beträgt weniger als 0,1 km<sup>2</sup> (10 ha) bis maximal 0,6 km<sup>2</sup> (60 ha). Diese Ausdehnungen stellen jedoch keine reinen Kiesflächen dar, sondern bestehen aus vertikal und horizontal verzahnenden Sanden, Schluffen und Tonen. Durchgehende Kieshorizonte über mehrere 10er Meter können nicht ausgehalten werden. Die Kiese sind in Rinnen oder in mehrere Meter breiten Schüttungskörpern abgelagert, die in ihrem Zentralbereich 10 m bis 15 m Mächtigkeit erreichen können. Gelegentlich können sich Schüttungskörper aus Kies überlagern und somit wenige Zehner Meter mächtig werden. Südöstlich Außernzell sind mehrere Sand- und Kiesgruben angelegt (Abb. 7-2), von denen nur noch eine in Abbau steht.

Die Lagen mit überwiegend Kiesanteil schwanken in Bohrungen und Aufschlüssen zwischen 0,3 m und 3,0 m Mächtigkeit, wobei mehrere Kieslagen, getrennt durch zwischengeschaltete Sand-, Schluff- oder Tonlagen, vorkommen können. Die Kiesmächtigkeiten erreichen dann bis 6 m (Abb. 7-3).

Die Abbaue sind in der Regel von einer ca. 1 m mächtigen Schluffschicht überdeckt. In drei der vier niedergebrachten Bohrungen wurden bis in eine Tiefe von maximal 6,2 m einzelne Kieshorizonte von 0,3 m bis 2,6 m Mächtigkeit erschlossen. Sie sind von einer maximal 5 m mächtigen Schluffschicht überdeckt. Unter den Kiesen folgen Tone und Schluffe mit Sandzwischenlagen.

Die Höhenlage des Kristallinzersatzes kann engräumig stark schwanken. Sie liegt hier zwischen 447 mNN und 360 mNN und weist somit einen Höhenunterschied von 87 m auf. Dies ist auf tektonisch bedingte Vertikalversätze, vermutlich im Miozän/ Pliozän, zurückzuführen. Eine Korrelation von Kieshorizonten oder die Erkundung zusammenhängender Schüttungskörper ist daher nicht gegeben.

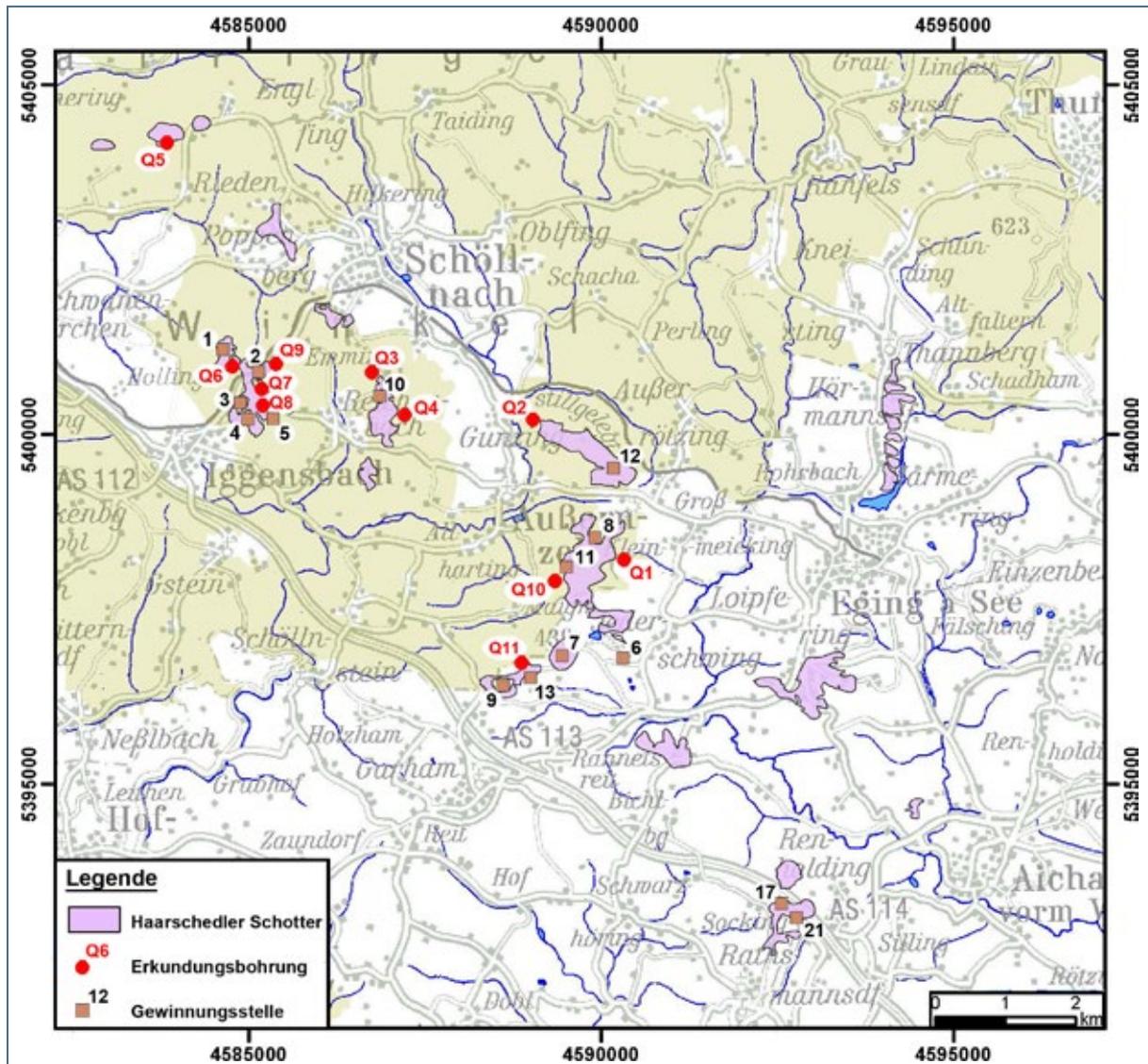


Abb. 7-1: Erkundungsgebiet 1: Schöllnach – Aicha vorm Wald (grün = LSG Bayerischer Wald).

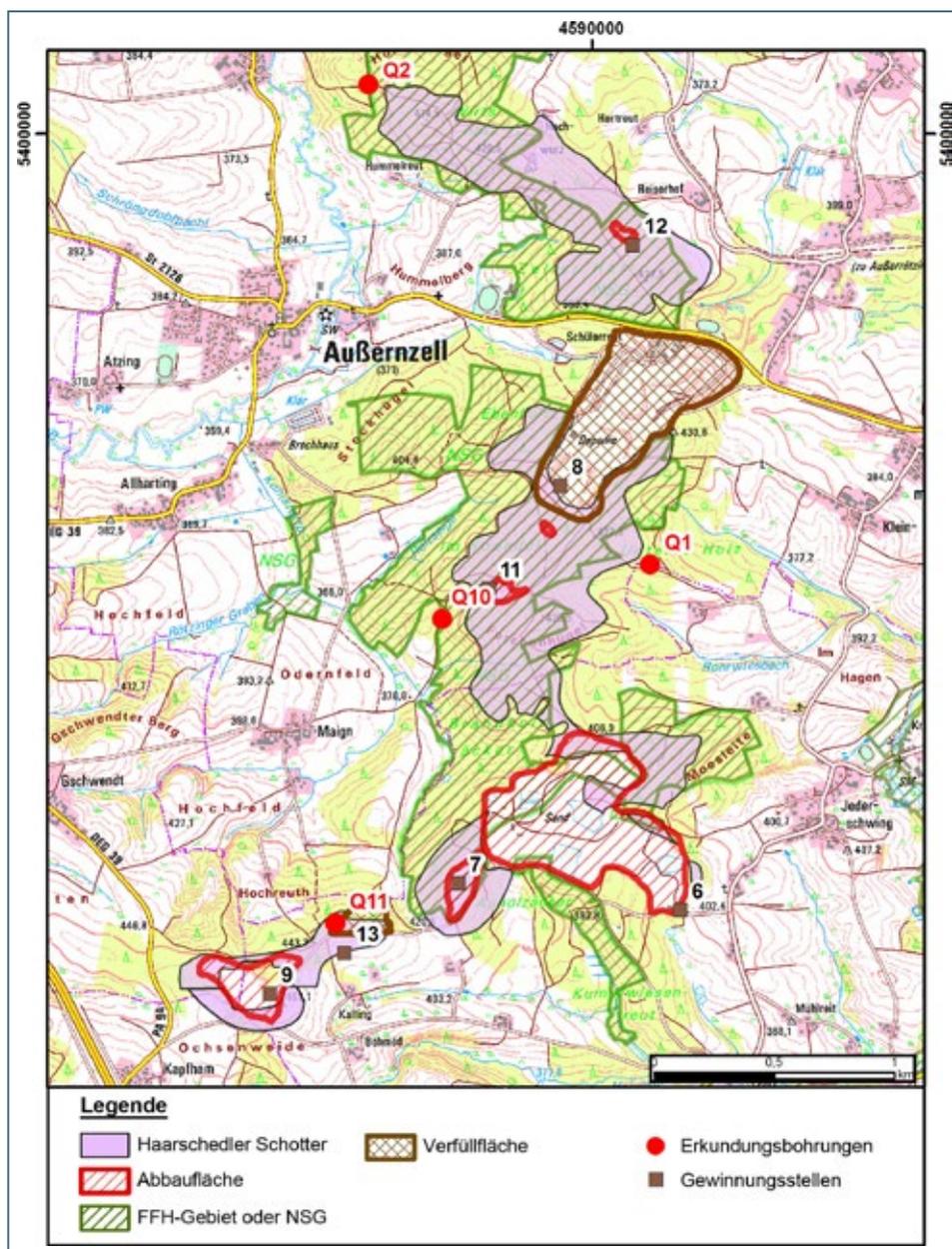


Abb. 7-2: Lage der Bohrungen (Q 1, Q 2, Q 10, Q 11) und Gewinnungsstellen (Nr. 6 – 9 und Nr. 11 – 13).



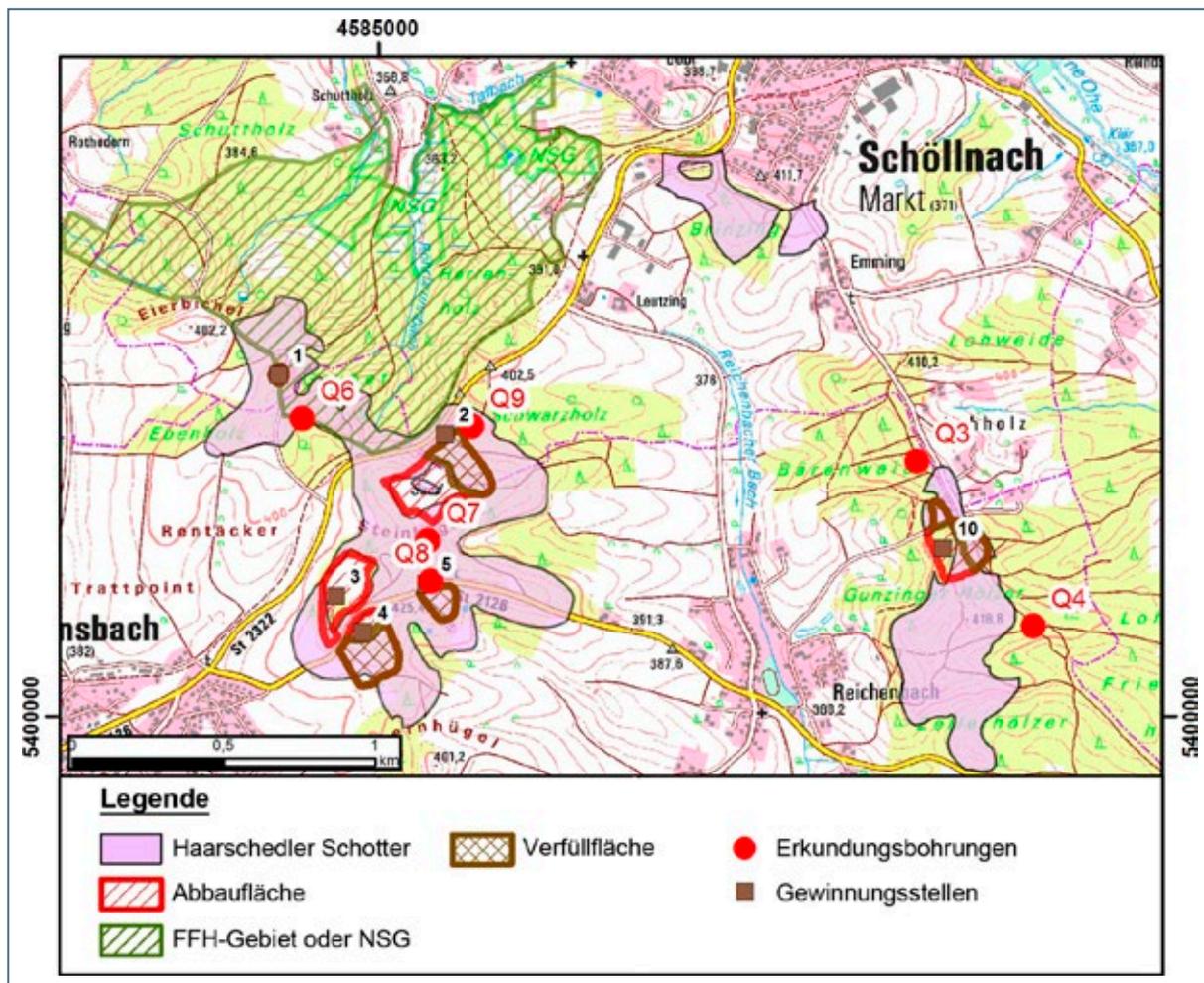


Abb. 7-4: Lage der Bohrungen (Q3, Q4, Q6, Q7, Q8, Q9) und Gewinnungsstellen (Nr. 1 – 5 und Nr. 10) bei Schöllnach.

Weitere Erkundungsbohrungen wurden zwischen Iggenbach und Schöllnach, im Umfeld kleinerer Sand- und Kiesgruben, die nur teilweise in Betrieb oder aufgelassen bzw. verfüllt sind, abgeteuft (Abb. 7-4).

In den Bohrungen Q6 bis Q8 lagern unter einer ca. 1 m bis 1,5 m mächtigen Schluffschicht bis in eine Teufe von ca. 15 Metern zwei bis drei Kieshorizonte von 0,3 m bis maximal 3 m Mächtigkeit (Abb. 7-5). Daraus ergibt sich eine Gesamt-Kiesmächtigkeit von ca. 4 m bis maximal 7 m. Die einzelnen Kieshorizonte wechsellagern mit Sanden und Tonen.

Im Umfeld der aufgelassenen und teilweise verfüllten Sandgrube Nr. 10 Reichenbach wurden in der Bohrung Q4 ab einer Tiefe von 21,8 m einzelne Feinkieshorizonte bis maximal 1 m Mächtigkeit angetroffen, die mit Sanden und Tonen wechsellagern.

In der Bohrung Q5, ca. 4 km nordwestlich Schöllnach (siehe Abb. 7-1) sowie in der Bohrung Q9 wurden bis zur Endteufe bei 30 m keine Kiese angetroffen.

Im Südosten des Erkundungsgebietes stehen in der Kiesgrube Nr. 21 Socking (siehe Abb. 7-1) Kieshorizonte an, die zeitweise abgebaut werden.

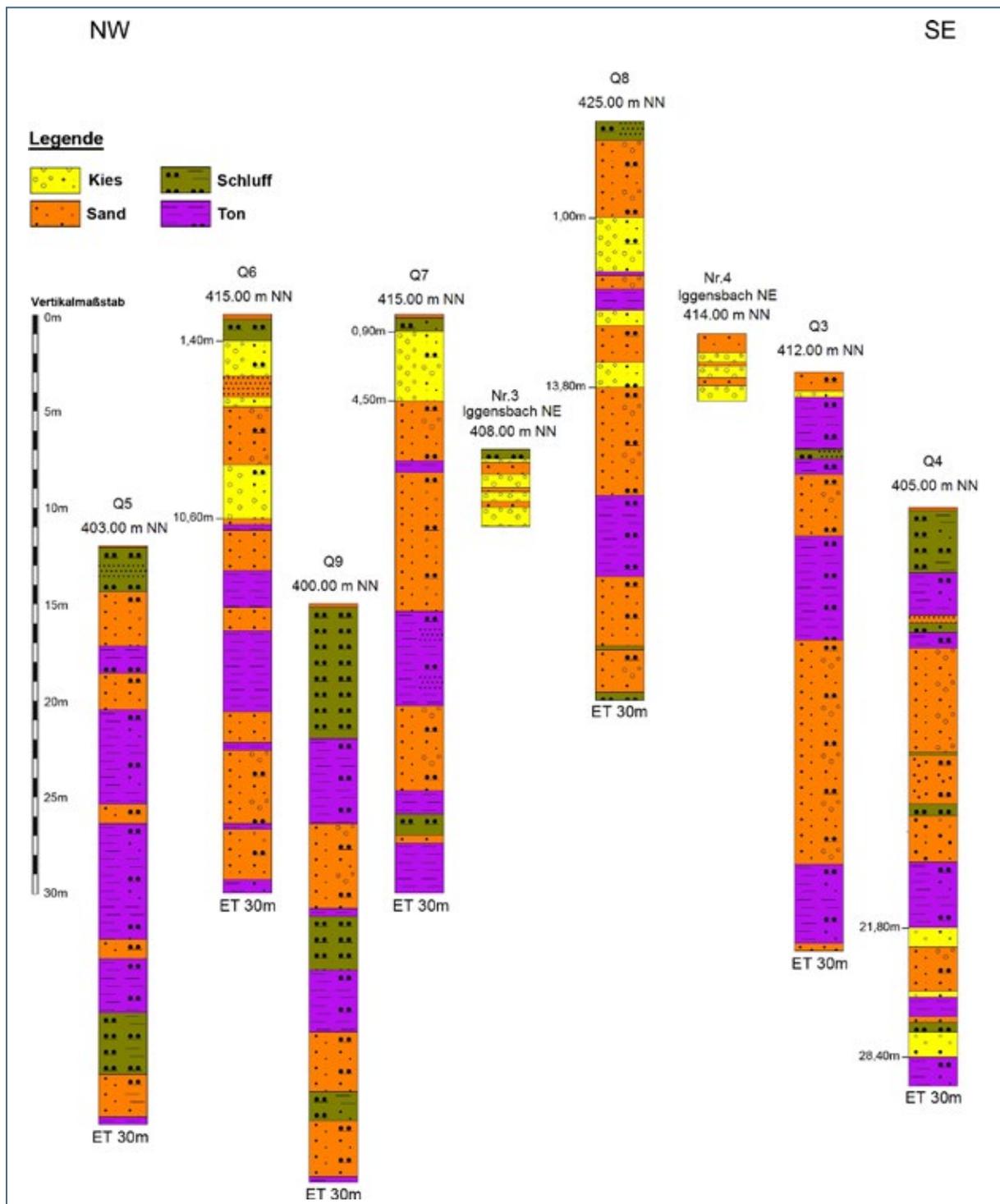


Abb. 7-5: Profilschnitt im Bereich Iggensbach - Schöllnach. Kiesbereiche mit Meterangabe unter Ansatzpunkt; mNN = Meter über Normal Null, ET = Endteufe

### Korngrößenspektrum und Petrographie

Bei den Haarschedler Schotter dieses Erkundungsgebietes handelt es sich überwiegend um Fein- und Mittelkiese mit hohem Sand- und Feinkornanteil. Der Kornanteil > 16 mm zeigt ein weites Schwankungsspektrum (Abb. 7-6). Der Mittelwert aller untersuchten Kieslagen mit Fraktionen > 16 mm beträgt 8 bis 10 %. Nur punktuell erreicht der Kornanteil > 16 mm mehr als 20 %, wie z. B. in der Gewinnungsstelle Nr. 21 Socking.



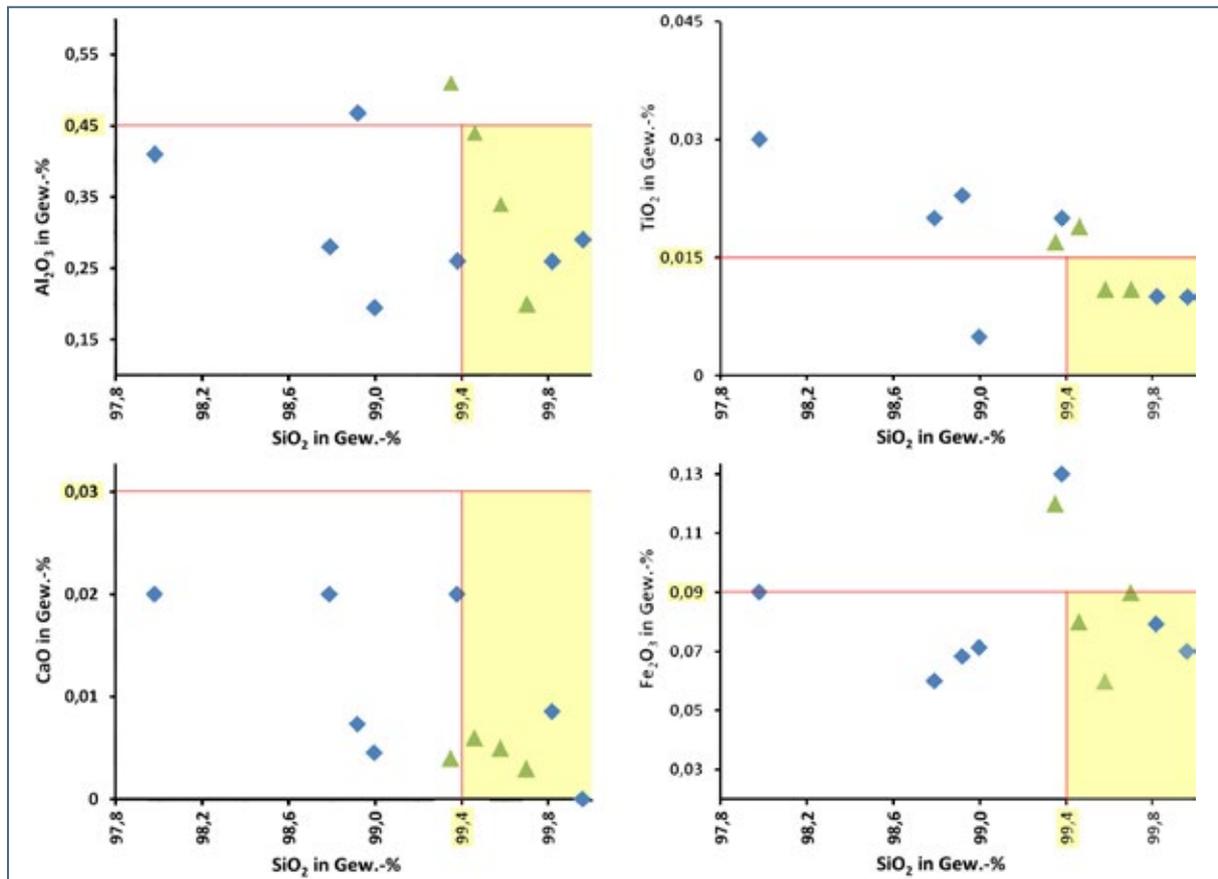


Abb. 7-7: Zusammenfassende Darstellung der chemischen Untersuchungsergebnisse aller Vollanalysen (blaue Rauten) und halbquantitativen Analysen (grüne Dreiecke) im Erkundungsgebiet 1

Im Erkundungsgebiet 1 lässt sich hinsichtlich der chemischen Untersuchungen ein Trend hin zur Eignung der Kiese als Quarzrohstoff aufzeigen. Die Oxide Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> und TiO<sub>2</sub> erfüllen zum überwiegenden Teil die Mindestanforderungen der Industrie, teilweise auch die Standardanforderungen (Tab. 7-1).

Der Kornanteil > 16 mm erreicht allerdings nur an zwei beprobten Lokalitäten und bei keiner Bohrung die von der Silizium-Industrie geforderte Rentabilitätsgrenze von mindestens 20 %. Aufgrund des vergleichsweise hohen Kornanteils > 16 mm und dem Erreichen der Mindestanforderungen in der halbquantitativen Analytik wird im Umfeld von Socking eine Rohstoffpotenzialfläche vorgeschlagen (siehe Kap. 8.1).

### 7.1.2 Erkundungsgebiet 2: Vilshofen – Marterberg

Das Erkundungsgebiet 2 wird durch die Donau in einen Nord- und in einen Südteil getrennt (Abb. 7-8). Der Schwerpunkt der Untersuchungen konzentrierte sich auf den Bereich südlich der Donau bzw. südlich bis südöstlich Vilshofen zwischen Zeitlarn und Sandbach (Abb. 7-9). Nördlich der Donau wurden ehemalige Sand- und Kiesgruben befahren, wobei der überwiegende Teil bereits verfüllt ist.

Es wurden vier Erkundungsbohrungen südlich der Donau abgeteuft. Fünf weitere Kartier- und Forschungsbohrungen wurden zur Interpretation der Verbreitung der Haarschedler Schotter in diesem Gebiet mit hinzugezogen. Kiesvorkommen werden derzeit im Erkundungsgebiet 2 nicht oder nur bei Bedarf abgebaut.

### Verbreitung und Mächtigkeit

Nördlich der Donau sind nur wenige Restvorkommen tertiärer Kieslagen vorhanden, wovon die meisten kleiner als 0,1 km<sup>2</sup> (10 ha) sind. Die Kieshorizonte treten, wie im Erkundungsgebiet 1, in verschiedenen Höhenlagen auf. Bei Atzing (Nr. 18) zwischen ca. 440 mNN und 460 mNN, bei Stetting (Nr. 19) zwischen 410 mNN und 440 mNN und bei Windorf (Nr. 22) zwischen 350 mNN und 380 mNN (Lage siehe Abb. 7-8). Einige Kieshorizonte, denen allerdings Sande, Schluffe und Tone zwischenlagern, erreichen eine Gesamtmächtigkeit von 10 bis 15 m.

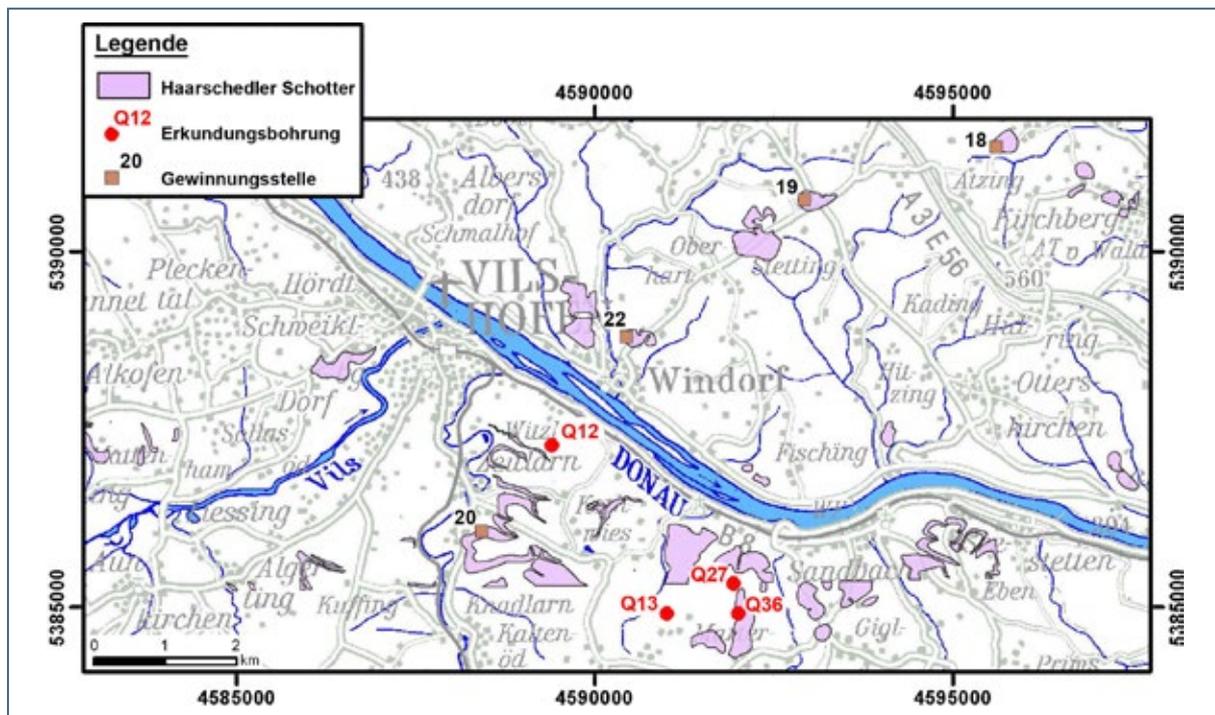


Abb. 7-8: Erkundungsgebiet 2: Vilshofen – Marterberg.

Südlich der Donau sind diese Kiese in größeren Flächen anstehend. Die hier niedergebrachten Bohrungen erschlossen zwischen 345 mNN und 400 mNN Kieshorizonte von 0,3 m bis 21 m Mächtigkeit (Abb. 7-10). Wechsellagerungen der Kiese mit Sanden, Schluffen und Tonen sind hier weniger ausgeprägt. Korrelierbare Kieshorizonte konnten nicht festgestellt werden. Östlich Zeitlarn sowie in der Bohrung Q 13 werden die Kiese von 10 m bis 12 m mächtigen Schluff- oder Tonlagen überdeckt. In den Bohrungen Q 27, Q 36 und Marterberg B5 werden die Kiese von maximal 1 m mächtigen Schluffen überlagert. Die erbohrte Grenze Festgestein/Tertiäre Lockersedimente liegt zwischen 345 mNN und 360 mNN. Festgesteine können hier Gneise, Granite, Malmkalke oder Kreidesandsteine sein. In der tiefsten niedergebrachten Erkundungsbohrung Q 13 wurde bis zur Endteufe bei 74,5 m (329 mNN) das Festgestein nicht erreicht.

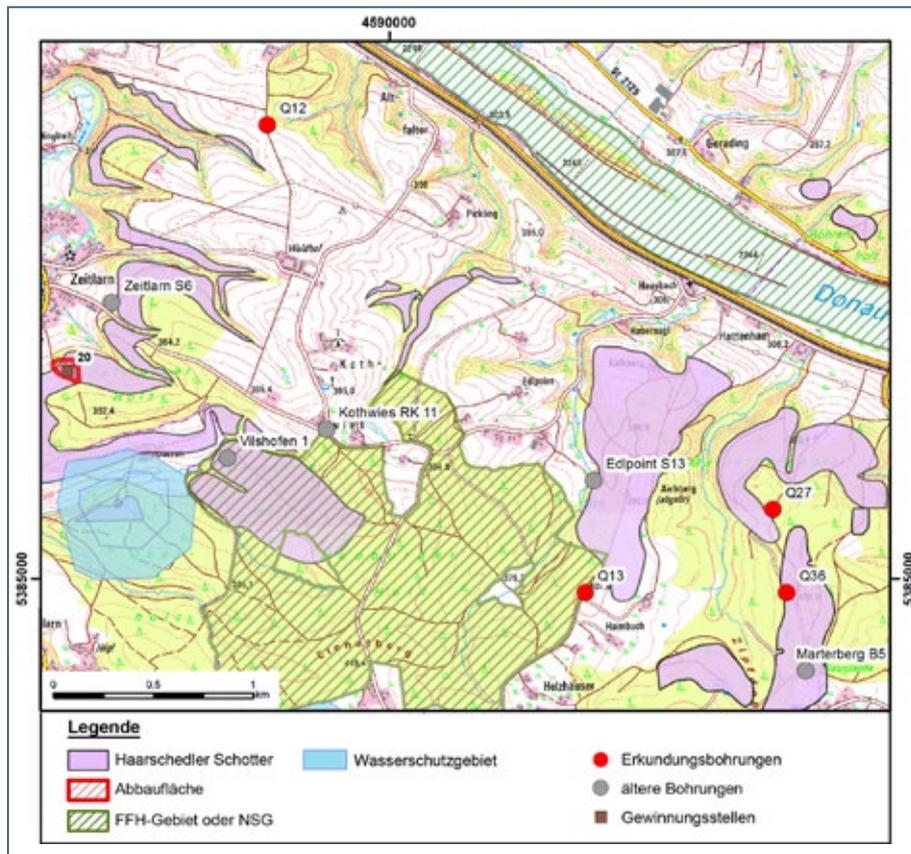


Abb. 7-9: Lage der Erkundungsbohrungen Q 12, Q 13, Q 27, Q 36, vier älterer Forschungsbohrungen sowie der Gewinnungsstelle Nr. 20 Zeitlarn S.



### Korngrößenspektrum und Petrographie

Die Haarschedler Schotter lassen im Erkundungsgebiet 2 zwei verschiedene Kornverteilungen erkennen (Abb. 7-11). Bis in eine Teufe von ca. 10 m sowie ab etwa 19 m dominieren Grobkiese mit mehr als 50 % Massenanteil an der Gesamtmenge. Sie enthalten durchschnittlich 16 % Sand- und um 5 % Feinkornanteil. In diesen Grobkiesen können bis zu 16 % Steine enthalten sein. In Tiefenbereichen zwischen ca. 10 bis 19 m weichen die Kiese von dieser Kornverteilung etwas ab. Hier dominieren Fein- bis Mittelkiese mit keinem bis maximal 8 % Steinanteil. Der Sandanteil liegt etwas über 20 % und der Gehalt an Feinkorn ähnelt denen der Grobkiesproben.

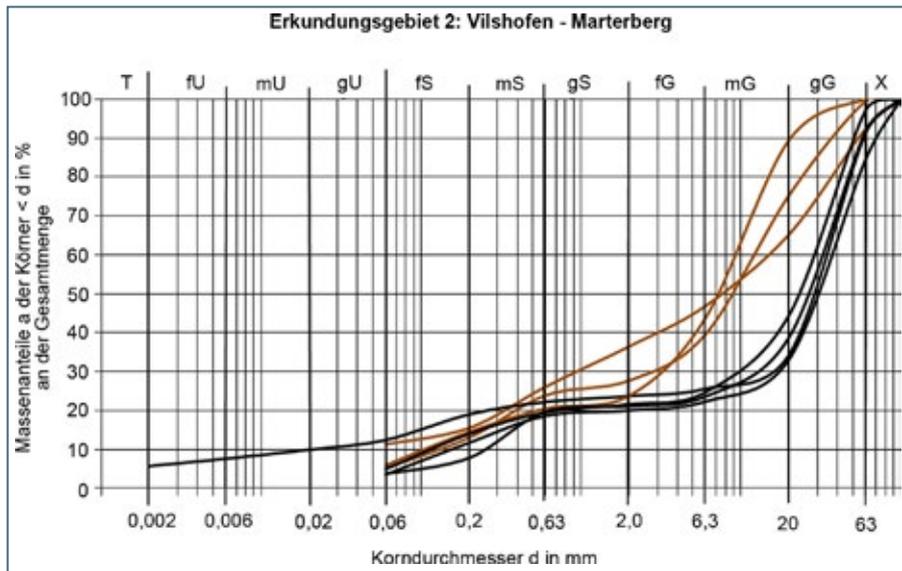


Abb. 7-11: Kornverteilung der untersuchten Kiesproben aus den Bohrungen Q 12, Q 13, Q 27, Q 36. Schwarze Kurven repräsentieren Grobkiese, braune Summenkurven Fein- bis Mittelkiese

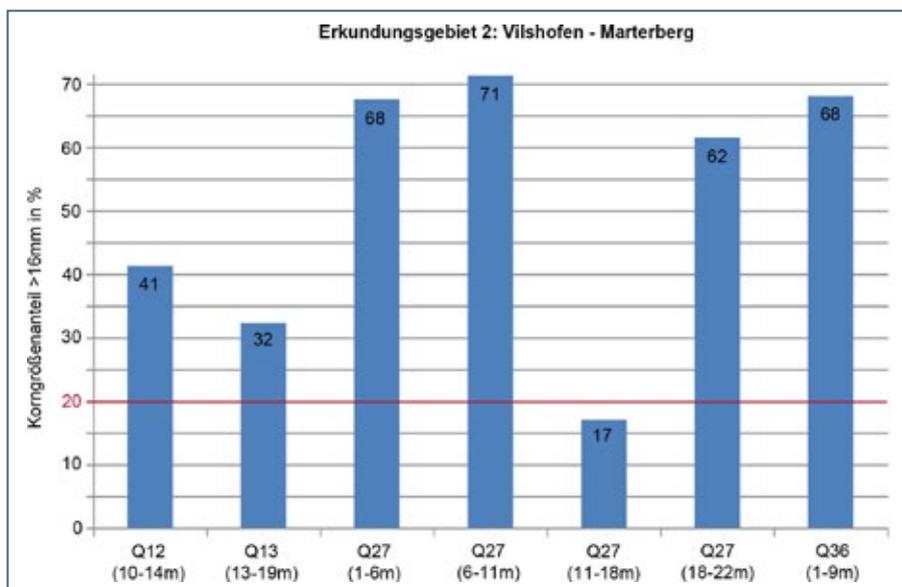


Abb. 7-12: Gewichtsprozent der Kornanteile > 16 mm. Rote Linie: Rentabilitätsgrenze (20 %)

Der Unterschied zwischen den Grobkiesen und den Fein- bis Mittelkiesen zeigt sich am deutlichsten an ihren Korngrößenanteilen > 16 mm. Diese Fraktion liegt bei den Grobkiesen meist zwischen

60 % und 70 %. Die in den Fein- bis Mittelkiesen enthaltenen Komponenten > 16 mm erreichen maximal 40 % am Gesamtproben-Anteil (Abb. 7-12).

Die Kieskomponenten bestehen bis zu 90 % aus Quarzgeröllen. Daneben können vereinzelt Quarzite, Lydite, Kristallingerölle, Sandsteine und selten auch Kalksteine enthalten sein. Einige Kiese (z. B. in Bohrung Q 13) können bis 20 % an Gneisen, Glimmerschiefern, Lyditen und Sandsteinen enthalten.

### Chemische Untersuchungen

Chemische Vollanalysen der Haarschedler Schotter wurden im Erkundungsgebiet 2 an sieben Kiebsproben aus den Erkundungsbohrungen durchgeführt (Tab. 7-2). Einige dieser Proben wurden ergänzend chemisch halbquantitativ von der Siliziumindustrie (RW silicium GmbH) entsprechend deren Anforderungen analysiert. Beim Vergleich dieser Ergebnisse sind die Erläuterungen unter Kap. 6.3.2 zu berücksichtigen. In der Tab. 7-2 werden nur die für die Siliziumindustrie relevanten Elementoxide aufgeführt. In Abb. 7-13 sind die Analysenergebnisse der relevanten Elementoxide (ohne Mittelwerte) graphisch dargestellt.

Tab. 7-2: Übersicht der chemisch untersuchten Proben in Erkundungsgebiet 2 (VA: Vollanalyse, hier als Mittelwerte aus mehreren Analysen, hqA: halbquantitative Analyse).

Bohrung oder Kiesgrube	Probe	Entnahmetiefe [m]	Unters.- Methode	SiO <sub>2</sub> (M.-%)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (M.-%)	CaO (M.-%)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (M.-%)	TiO <sub>2</sub> (M.-%)
		<b>Standardanforderungen</b>		> 99,6	≤ 0,20	≤ 0,005	≤ 0,05	≤ 0,008
		<b>Mindestanforderungen</b>		> 99,4	≤ 0,45	≤ 0,030	≤ 0,09	≤ 0,015
Q 12 Waldhof	Q 12/K1	10,3 - 14,0	VA	99,0	0,49	0,008	0,17	0,012
			hqA	99,4	0,39	0,006	0,16	0,010
Q 13 Neuburger Holz	Q 13/K1	12,5 - 19,7	VA	95,9	1,20	0,823	0,22	0,019
Q 27 Marterbergholz A	Q 27/K1	0,9 - 5,6	VA	98,8	0,72	0,030	0,26	0,030
			hqA	99,1	0,68	0,006	0,24	0,017
	Q 27/K2	5,6 - 10,7	VA	98,4	0,66	0,040	0,18	0,027
			hqA	99,1	0,69	0,027	0,17	0,014
	Q 27/K3	11,3 - 18,0	VA	98,3	0,70	0,020	0,17	0,027
			hqA	99,1	0,72	0,011	0,16	0,013
	Q 27/K4	18,0 - 22,0	VA	98,2	0,77	0,030	0,29	0,050
			hqA	98,9	0,78	0,017	0,29	0,025
Q 36 Marterbergholz B	Q 36/K1	1,0 - 8,5	VA	98,3	0,81	0,105	0,21	0,030
			hqA	98,8	0,87	0,102	0,21	0,019

Die untersuchten Kiese des Erkundungsgebiets 2 sind hinsichtlich ihrer chemischen Zusammensetzung nicht zur Rohsiliziumherstellung geeignet. Die Mindestanforderungen der Industrie werden nur im CaO und vereinzelt im TiO<sub>2</sub>-Gehalt erreicht (Tab. 7-2). Sporadisch könnten kleinere Kiesvorkommen erwartet werden, die den Mindestanforderungen entsprechen, angedeutet in der Probe der Bohrung Q 12. Dies würde allerdings ein umfangreiches Erkundungsprogramm mit engräumigen Probenahmen erfordern. Für dieses Erkundungsgebiet wurde keine Rohstoffpotenzialfläche ausgewiesen.

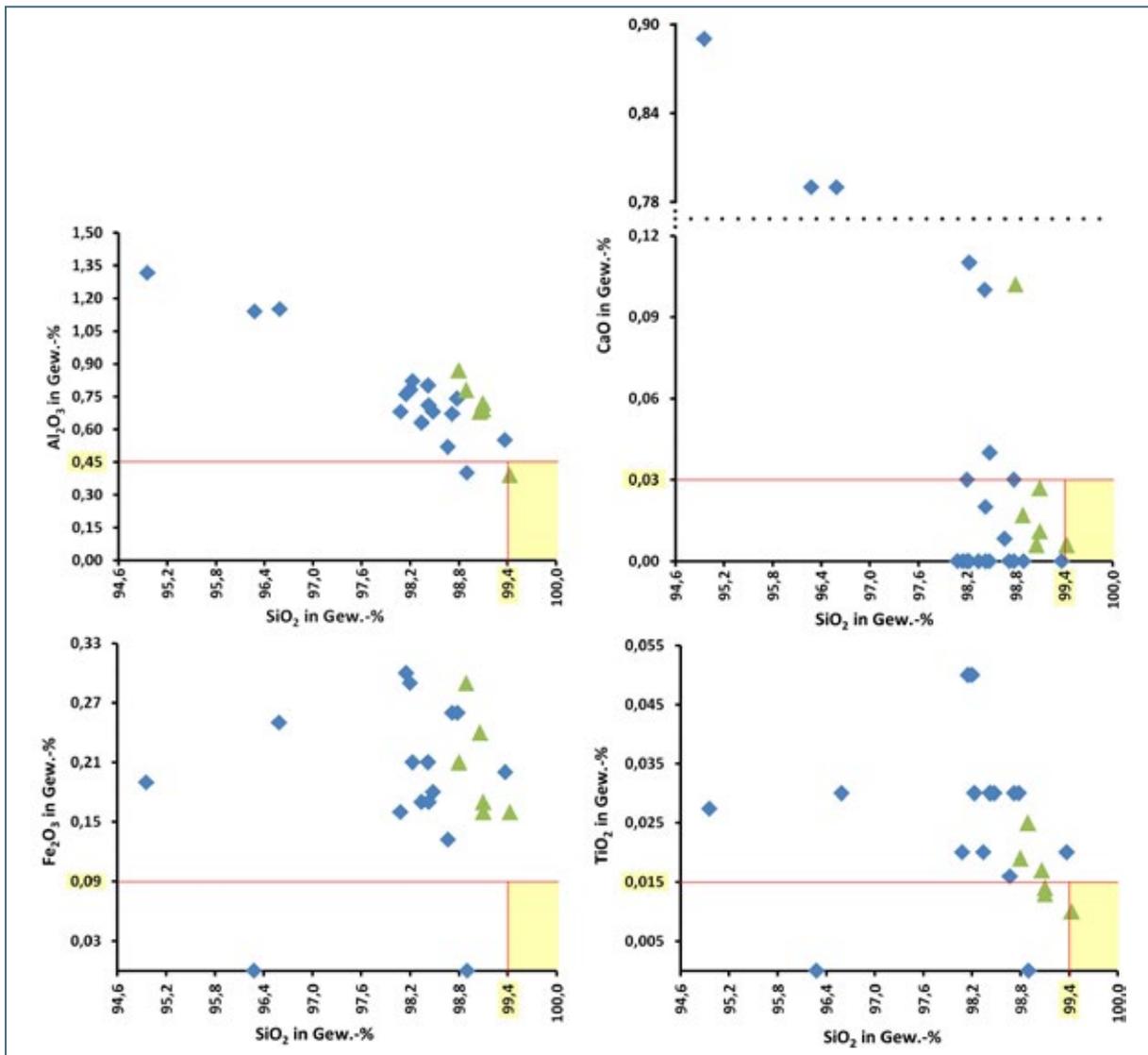


Abb. 7-13: Zusammenfassende Darstellung der chemischen Untersuchungsergebnisse aller Vollanalysen (blaue Rauten) und halbquantitativen Analysen (grüne Dreiecke) im Erkundungsgebiet 2.

### 7.1.3 Erkundungsgebiet 3: Passau – Tiefenbach – Salzweg

Das Erkundungsgebiet 3 grenzt halbkreisförmig an das Siedlungsgebiet von Passau (Abb. 7-14) und wird durch die Donau in einen Nord- und einen Südteil getrennt. Detailkarten sind den Abb. 7-15 und 7-16 zu entnehmen.

Es wurden 12 Kiesgruben befahren und vier Bohrungen zur Erkundung der Haarschedler Schotter abgeteuft. Von den aufgenommenen bzw. befahrenen Kiesgruben wurden in letzter Zeit nur nördlich der Donau in den Gruben Nr. 24 Salzweg W und Nr. 29 Schmidöd in kleineren Mengen Kies abgebaut (Abb. 7-15). In der Kiesgrube Nr. 116 Thyrnau/Untersimoln werden große Mengen Kies gewonnen, die allerdings die Qualitätskriterien für die Rohsilizium-Herstellung nicht erfüllen. Alle anderen Gruben sind entweder aufgelassen, in Auffüllung befindlich oder bereits verfüllt.

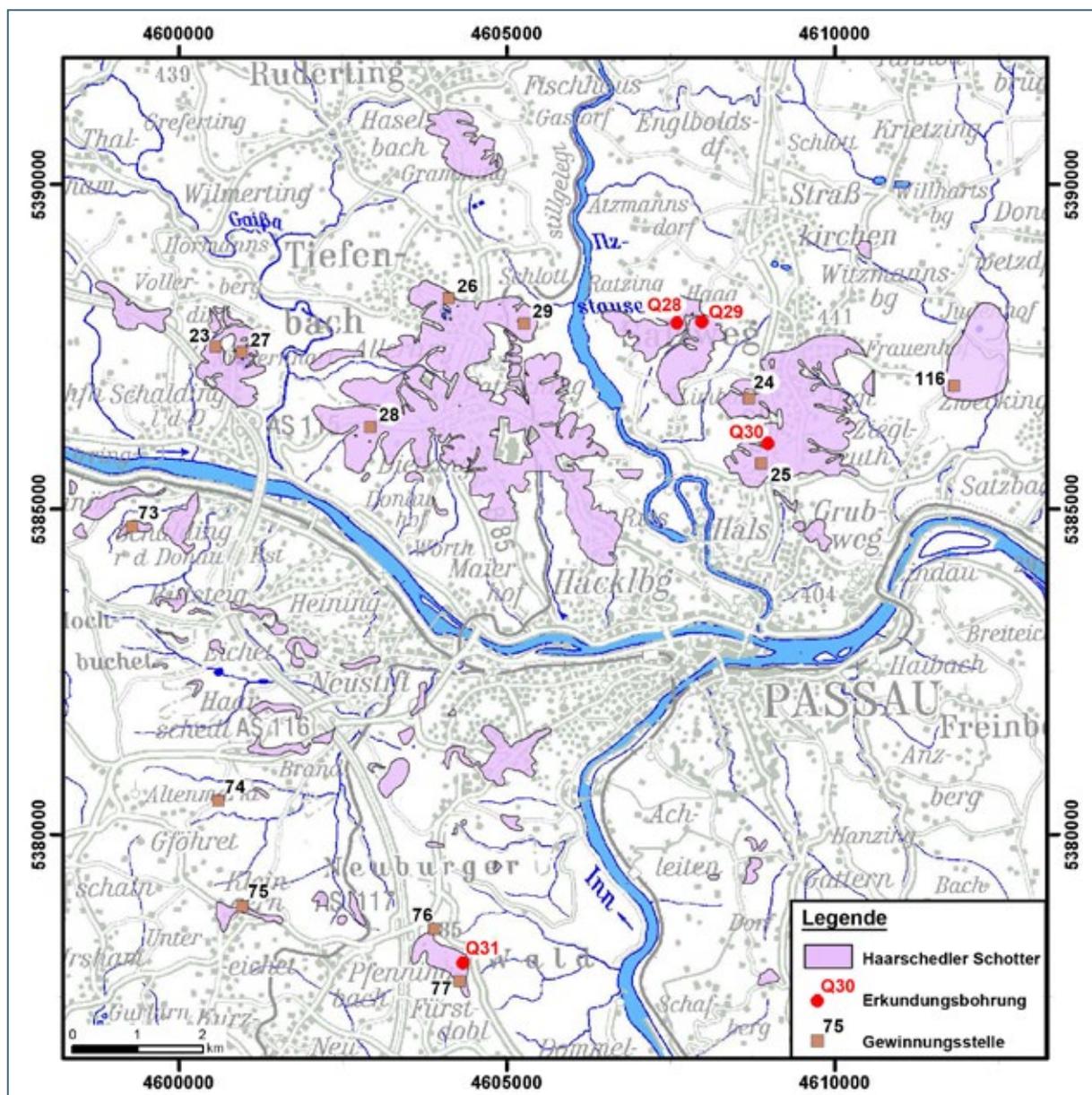


Abb. 7-14: Erkundungsgebiet 3: Passau – Tiefenbach – Salzweg.

### Verbreitung und Mächtigkeit

Nördlich der Donau lagern größere zusammenhängende Vorkommen von Haarschedler Schottern (bis ca. 10 km<sup>2</sup>) als südlich von ihr. Hier sind isolierte und enger begrenzte Bereiche bis maximal 1 km<sup>2</sup> vorhanden.

Die Bohrungen Q 28 bis Q 30, östlich der Ilz erschlossen in Tiefen von 13 m bis 20 m unter Gelände (etwa auf 400 mNN) den stark zersetzten bis verwitterten Fels des Kristallinen Grundgebirges. Direkt darüber lagern Haarschedler Schotter mit einer Mächtigkeit von 10 m bis 16 m. Teils weisen sie keine Überdeckung auf, teils werden sie von einer maximal 3 m mächtigen Schluffschicht überlagert. Selten treten geringmächtige Sandlagen in den Schottern auf (Abb. 7-17). In der Kiesgrube Nr. 24 Salzweg W (siehe Abb. 7-15), werden Haarschedler Schotter in dem von diesen Bohrungen erschlossenen Niveau abgebaut.

Westlich der Ilz stehen Haarschedler Schotter ebenfalls direkt über dem verwitterten Kristallin an. Bedingt durch tektonischen Vertikalversatz gegenüber dem Gebiet östlich des Ilztals liegt die Grenze Haarschedler Schotter/verwitterter Fels in diesem Bereich bei ca. 380 mNN. Die Kiesmächtigkeiten bewegen sich ebenfalls um 15 m. Hier treten allerdings Sandlagen wesentlich häufiger in den Schottern auf. Sie können 1 m bis 3 m mächtig werden.

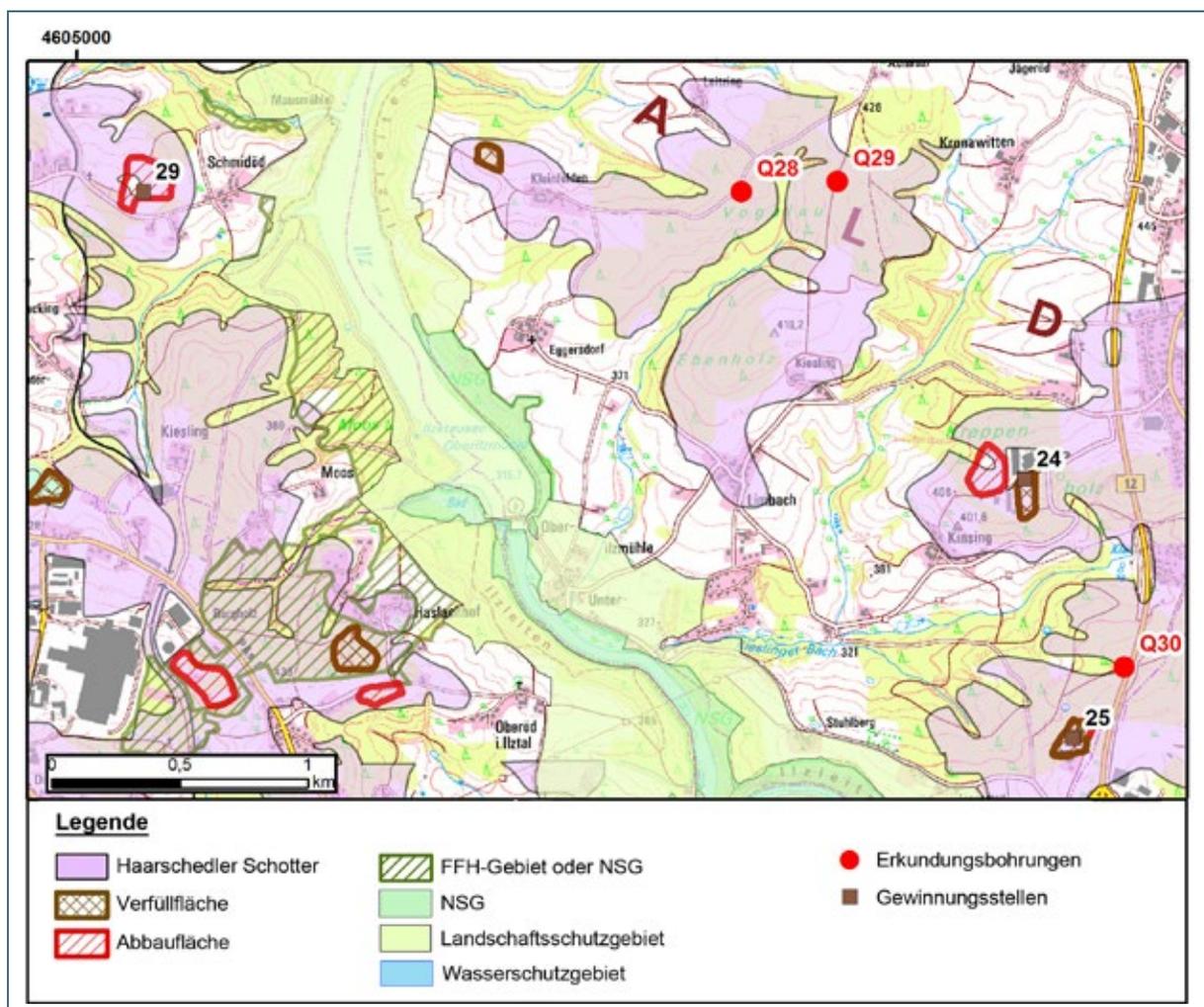


Abb. 7-15: Lage der Bohrungen (Q 28, Q 29, Q 30) und Gewinnungsstellen (Nr. 24, Nr. 25, Nr. 29) nördlich der Donau.

Nördlich der Donau wurde in den Bohrungen Q 28 und Q 29 in ~17 m bzw. in 9,3 m Tiefe Grundwasser erbohrt; in Q 30 wurde dagegen kein Grundwasser angetroffen. Daher ist anzunehmen, dass zumindest ein Teil des durch die Bohrungen Q 28 und Q 29 erkundeten Kiesvorkommens im Grundwasserbereich liegt.

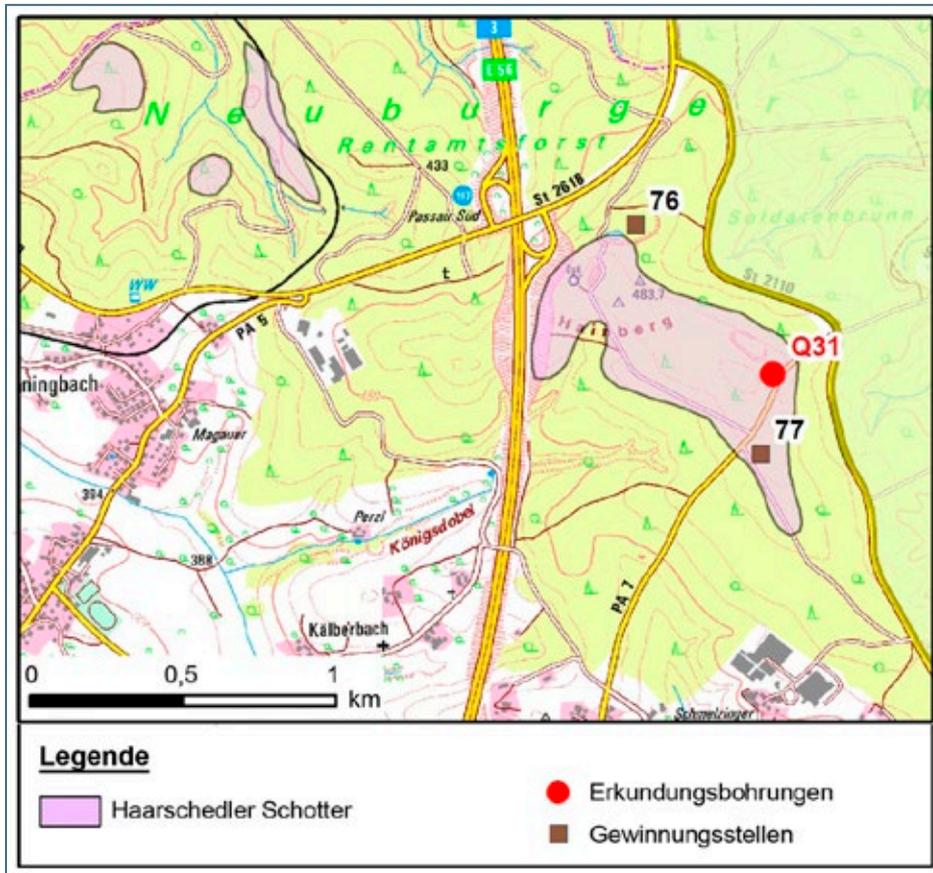


Abb. 7-16: Lage der Erkundungsbohrung Q31 und Aufschlüsse Nr. 76 und Nr. 77 südlich der Donau.

Im Gebiet südlich der Donau, östlich Pfenningbach, wurde die Bohrung Q 31 im Umfeld ehemaliger Sand- und Kiesgruben abgeteuft (Abb. 7-16). Hier sind die Haarschedler Schotter ca. 11 m mächtig und besitzen keine Überdeckung. Darunter lagern tertiäre Sande. Das Gelände liegt ca. 50 m höher als nördlich der Donau. Grundwasser wurde hier nicht angetroffen, verwittertes Kristallin nicht erbohrt.

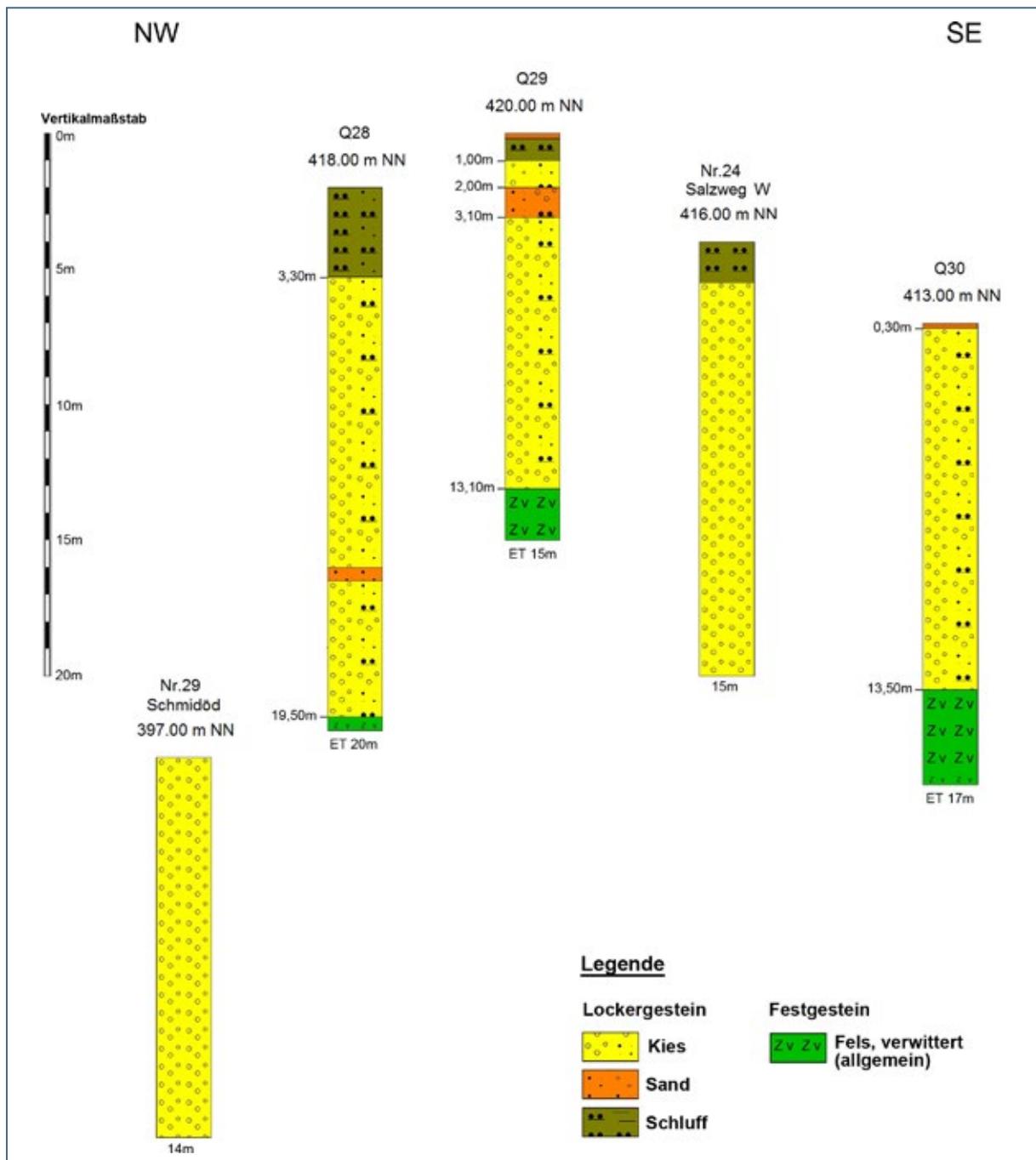


Abb. 7-17: Profilschnitt im Bereich östlich der Ilz bzw. nördlich Passau im Erkundungsgebiet 3. Kieshorizonte mit Meterangabe unter Ansatzpunkt; mNN = Meter über Normal Null, ET = Endteufe

### Korngrößenspektrum und Petrographie

Die Haarschedler Schotter zeigen im Erkundungsgebiet 3 nördlich und südlich Passau ähnliche Kornverteilungsmuster (Abb. 7-18). Es handelt sich um Grobkiese sowie Mittel- bis Grobkiese, die zwischen 1 % und bis zu 16 % Steinanteile, also Komponenten größer 63 mm, enthalten können. Von der Gesamtprobe macht der Grobkiesanteil jeweils zwischen 28 % und 53 % aus. Der Mittelkiesanteil liegt bei durchschnittlich 20 %, der Feinkiesanteil um 8 %. Die Sand- und Feinkornanteile zeigen in allen untersuchten Proben ein ähnliches Spektrum. Der Sandanteil liegt im Durchschnitt bei 20 %, der Feinkornanteil um 8 %.

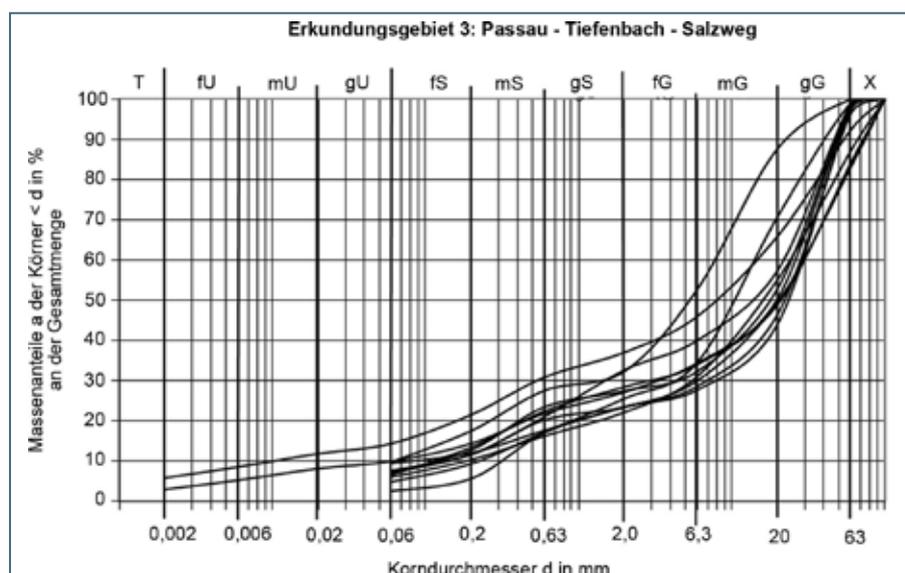


Abb. 7-18: Kornverteilung der untersuchten Kiese der Bohrungen Q 28, Q 29, Q 30 u. Q 31 sowie der Kiesgruppen Nr. 24 Salzweg W und Nr. 29 Schmidöd.

Die Korngrößenanteile > 16 mm liegen, außer in der Kiesprobe der Bohrung Q 31 aus 6 bis 11 m Tiefe, deutlich über 20 % (Abb. 7-19). In den meisten Proben des Erkundungsgebietes liegt dieser Korngrößenanteil über 50 %.

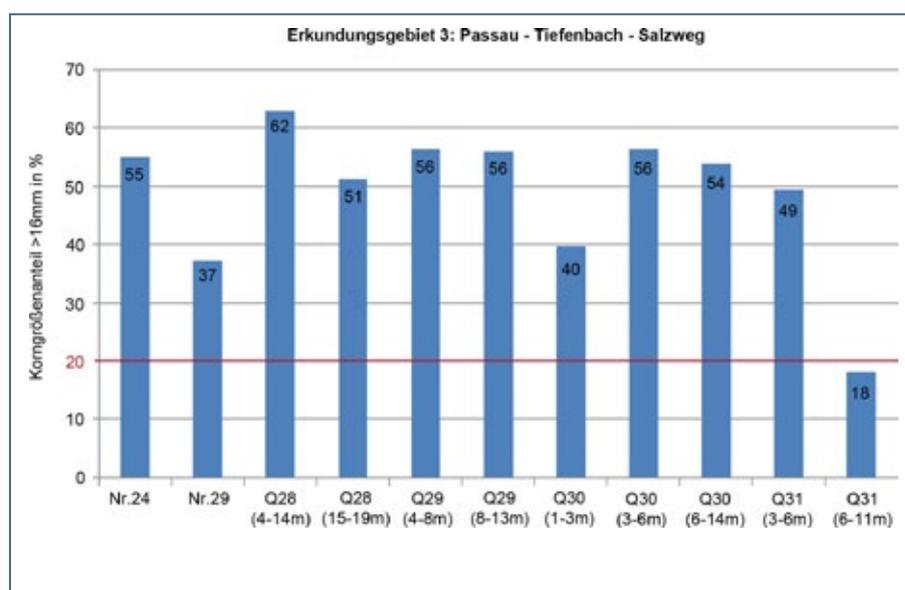


Abb. 7-19: Gewichtsprozent der Kornanteile > 16 mm. Rote Linie: Rentabilitätsgrenze (20 %).

Im Geröllspektrum der Kiese überwiegen die Quarzkomponenten. Daneben können Sandsteine, Kristallingerölle und sporadisch Tonsteinkomponenten enthalten sein.

### Chemische Untersuchungen

An 13 Kiesproben aus den Gewinnungsstellen Nr. 24 Salzweg W und Nr.29 Schmidöd sowie aus den Erkundungsbohrungen Q 28, Q 29, Q 30 und Q 31 wurden chemische Vollanalysen durchgeführt. Ergänzend wurden einigen dieser Proben halbquantitativ chemische analysiert (siehe Kap. 6). Beim Vergleich der Ergebnisse sind die Erläuterungen unter Kap. 6.3.2 zu berücksichtigen.

Tab. 7-3: Übersicht der chemisch untersuchten Proben in Erkundungsgebiet 3

(VA: Vollanalyse, hier als Mittelwerte aus mehreren Analysen, hqA: halbquantitative Analyse).

Die mit \* gekennzeichneten Analysen haben von 100 % abweichende Analysensummen.

Bohrung oder Kiesgrube	Probe	Entnahmetiefe [m]	Unters.-Methode	SiO <sub>2</sub> (M.-%)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (M.-%)	CaO (M.-%)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (M.-%)	TiO <sub>2</sub> (M.-%)
			Standardanforderungen	> 99,6	≤ 0,20	≤ 0,005	≤ 0,05	≤ 0,008
			Mindestanforderungen	> 99,4	≤ 0,45	≤ 0,030	≤ 0,09	≤ 0,015
Q 28 Salzweg A	Q 28/K1	4,0 - 14,0	VA	98,6	0,62	0,020	0,13	0,030
			hqA	99,3	0,58	0,006	0,11	0,015
	Q 28/K2	17,7 - 19,0	*VA	99,5	0,59	0,020	0,13	0,030
			hqA	99,3	0,60	0,006	0,11	0,013
Q 29 Salzweg B	Q 29/K1	4,4 - 8,0	VA	98,6	0,66	0,020	0,14	0,037
			hqA	99,2	0,67	0,006	0,12	0,016
	Q 29/K2	8,0 - 13,1	VA	98,5	0,71	0,020	0,11	0,030
			hqA	99,2	0,71	0,006	0,09	0,016
Q 30 Salzweg C	Q 30/K1	1,0 - 3,0	VA	99,0	0,23	0,007	0,08	0,063
			hqA	99,7	0,22	0,003	0,08	0,018
	Q 30/K2	3,0 - 5,6	VA	99,2	0,26	0,012	0,18	0,009
			hqA	99,6	0,21	0,003	0,19	0,004
	Q 30/K3	5,6 - 13,5	VA	99,1	0,35	0,018	0,07	0,015
			hqA	99,7	0,28	0,003	0,06	0,005
Q 31 Königsdobl	Q 31/K1	0,6 - 6,2	VA	98,9	0,44	0,008	0,06	0,018
			hqA	99,5	0,43	0,003	0,05	0,008
	Q 31/K2	6,2 - 11,0	VA	99,2	0,30	0,013	0,04	0,018
			hqA	99,7	0,29	0,004	0,04	0,009
Nr. 24 Salzweg W	MS-7346/3	1,0 - 11,0	VA	97,7	0,76	0,050	0,33	0,060
			hqA	99,3	0,28	0,210	0,22	0,007
	MS-7346/4	12,0 - 15,0	VA	98,5	0,34	0,013	0,06	0,020
			hqA	99,7	0,22	0,003	0,05	0,008
Nr. 29 Schmidöd	MS-7346/6	3,0 - 11,0	VA	98,0	0,60	0,019	0,11	0,022
			hqA	99,4	0,49	0,006	0,12	0,019
	MS-7346/7	2,0 - 5,0	VA	97,3	0,59	0,013	0,10	0,017
			hqA	99,4	0,58	0,002	0,06	0,008

Die Ergebnisse sind in Tab. 7-3 und Abb. 7-20 zusammengefasst. Abb. 7-20 zeigt, dass überschlägig etwa die Hälfte der untersuchten Kiesproben die Mindestanforderungen an den Quarzrohstoff erfüllen.

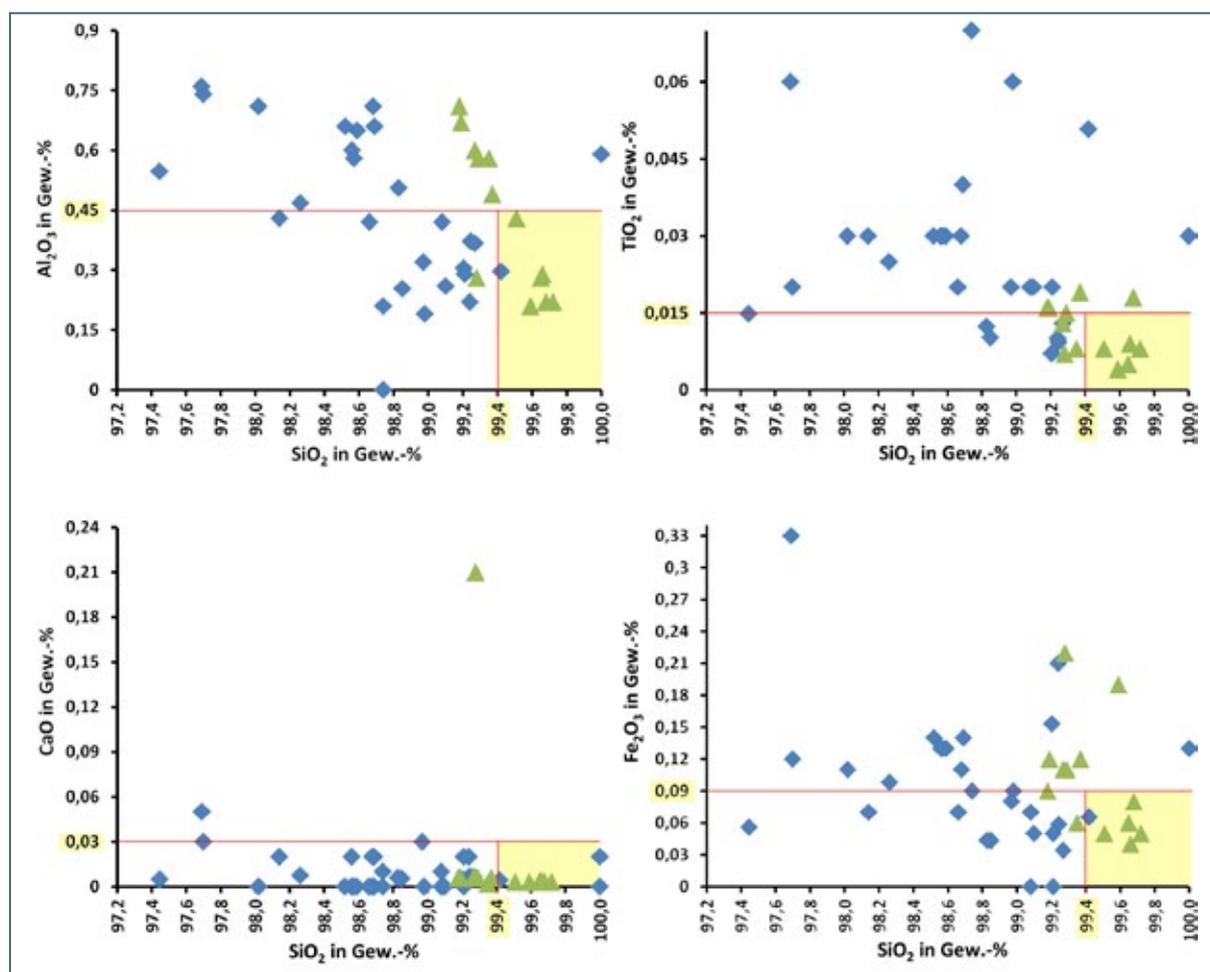


Abb. 7-20: Zusammenfassende Darstellung der chemischen Untersuchungsergebnisse aller Vollanalysen (blaue Rauten) und halbquantitativen Analysen (grüne Dreiecke) im Erkundungsgebiet 3

Die Nebenelementanteile schwanken im Erkundungsgebiet 3 in den Haarschedler Schottern zwischen 0,02 % und maximal 0,2 %. Deutlich ausgeprägte Unterschiede im chemischen Spektrum abhängig von der geographischen Lage der Bohrungen und Gewinnungsstellen (nördlich oder südlich der Donau) sind nicht erkennbar.

Hinsichtlich der Nutzung zur Rohsiliziumherstellung muss jedoch von eher eng begrenzten „guten“ oder „schlechten“ Kiesvorkommen ausgegangen werden. Das bezieht sich vorrangig auf die horizontale Verbreitung, weniger auf qualitative Unterschiede in vertikaler Richtung. In Einzelfällen, wie in Nr. 29 Schmidöd und Nr. 24 Salzweg W, wäre zu prüfen, ob eine Handlese von Quarzkomponenten eine Verbesserung der chemischen Reinheit der Haarschedler Schotter bringen würde, oder ob in den Quarzgeröllen selber Verunreinigungen bzw. Einschlüsse vorrangig das chemische Spektrum bestimmen.

Aufgrund der relativ guten, in vertikaler Richtung konstanten chemischen Ergebnisse und gleichzeitig ausreichend hohem Kornanteil > 16 mm wurde jeweils im Umfeld der Bohrungen Q 30 (Salzweg C) und Q 31 (Königsdobl) eine Rohstoffpotenzialfläche ausgewiesen (siehe Kap. 8.1).

## 7.2 Quarzrestschotter

In den Erkundungsgebieten 4 bis 6 wurden die tertiären Lockergesteine auf abbauwürdige Quarzrestschotter untersucht. Die tertiären Abfolgen mit potenziellen Quarzrestschotter-Vorkommen befinden sich im Untersuchungsgebiet südlich der Donau zwischen Vils und Inn (siehe Abb. 3-1). Diese Schotter sind das Rückstandsprodukt einer intensiven Verwitterung unter feucht-heißen Klimabedingungen im Tertiär, wobei fast ausschließlich Quarze erhalten blieben.

### 7.2.1 Erkundungsgebiet 4: Bad Birnbach – Egglham

Das Erkundungsgebiet 4 umschließt den Bereich nördlich der Rott von Bad Griesbach bis Egglham (Abb. 7-21). Es wurden neun Erkundungsbohrungen niedergebracht und 16 Kiesgruben befahren. Nur in zwei (Amsham und Wurmsöd) wird zeitweise Material abgebaut, alle anderen Kiesgruben sind aufgelassen, verfüllt oder verwachsen.

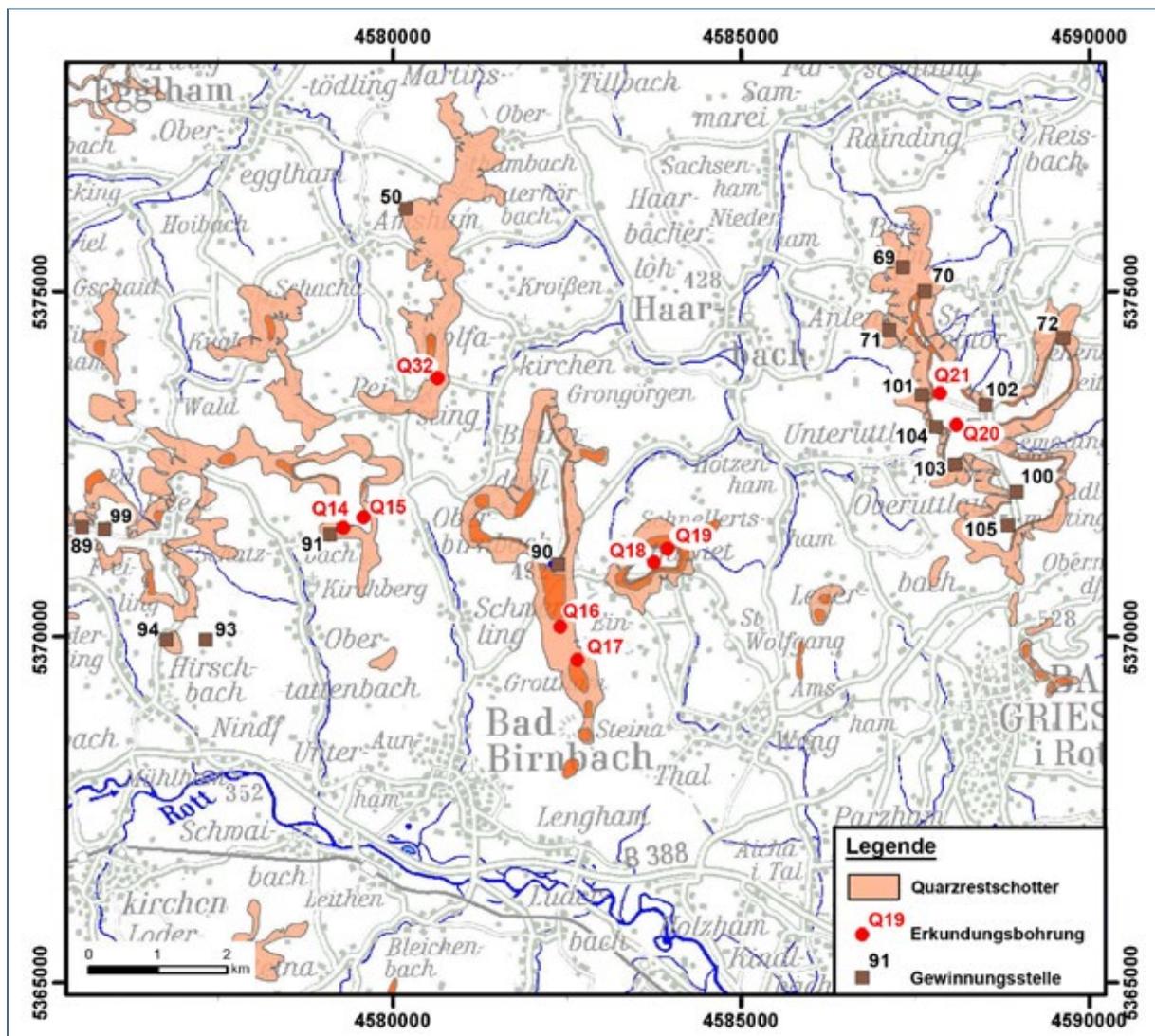


Abb. 7-21: Erkundungsgebiet 4: Bad Birnbach – Egglham

### Verbreitung und Mächtigkeit

Quarzrestschotter sind in einem ca. 3 km<sup>2</sup> großen Areal nördlich Bad Griesbach sowie zwischen Bad Birnbach und Egglham in kleineren Bereichen verbreitet. Überdeckt sind sie meist von geringmächtigen quartären Ablagerungen.

Nördlich Bad Griesbach, im Bereich Forst Steinkart, durchteufte die Erkundungsbohrung Q21 eine Quarzrestschotter-Mächtigkeit von ca. 30 m zwischen 513 mNN und 483 mNN. Hierin sind vier maximal 0,35 m mächtige Sand- oder Schlufflagen eingeschaltet. Die schluffige Überdeckung der Schotter beträgt 0,5 m. Die südlich davon niedergebrachte Bohrung Q20 sowie die ehemaligen Kiesgruben liegen etwa im selben Niveau dieser Kiese. Südlich der Bohrung Q21 schalten sich in die Schotter immer häufiger Sand- und Schluff-Zwischenlagen bis zu 1,5 m Mächtigkeit ein, so dass

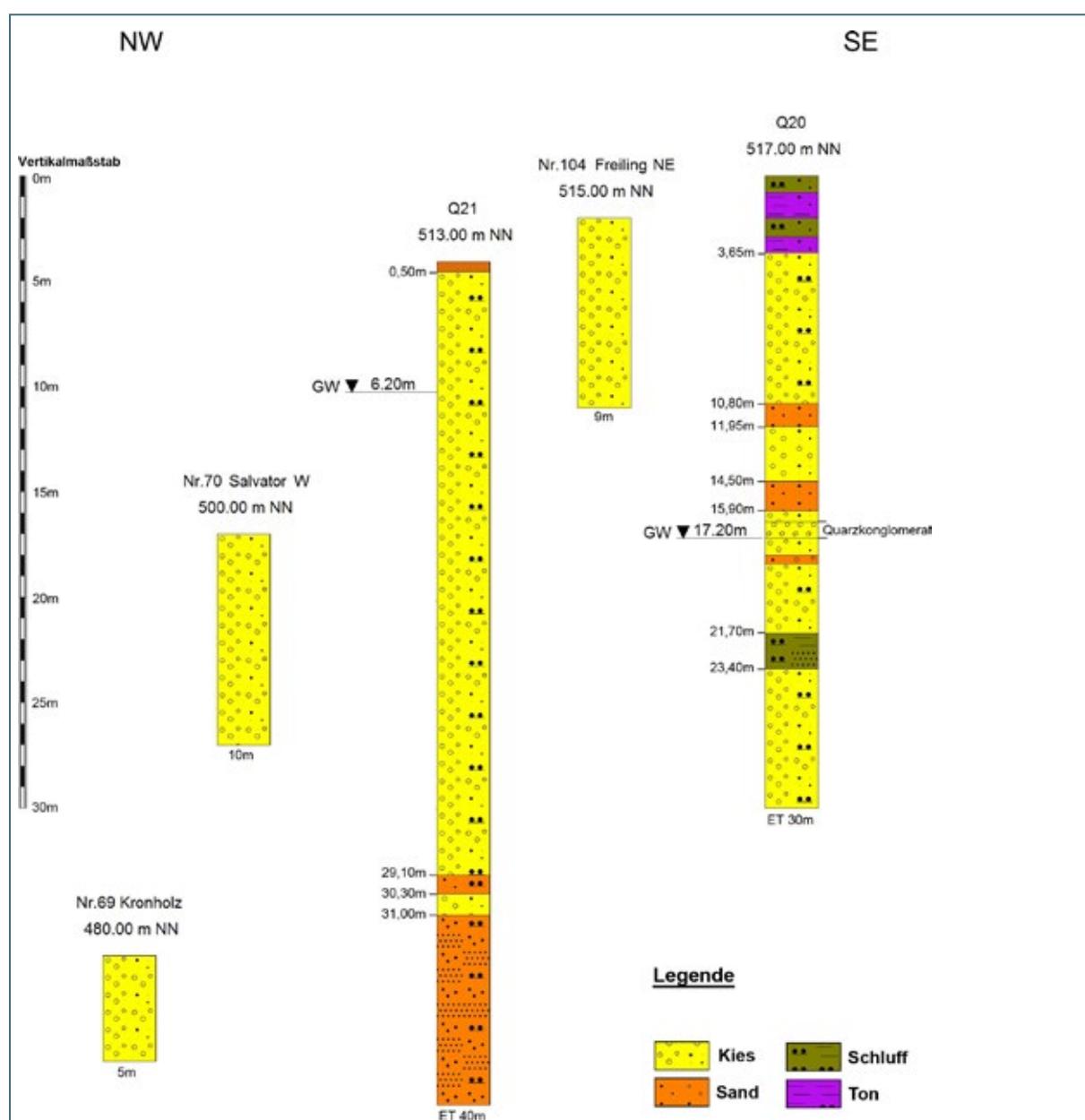


Abb. 7-22: Profilschnitt im Bereich des Forst Steinkart, nördlich Bad Griesbach (Erkundungsgebiet 4). Kieshorizonte mit Meterangabe unter Ansatzpunkt; mNN = Meter über Normal Null, ET = Endteufe, GW = Grundwasserstand)

die tonig-schluffige Überdeckung bis zu 4 m betragen kann. Die Quarzrestschotter sind im Bereich Forst Steinkart grundwasserführend, in Q 21 stieg das Grundwasser bis auf 6,2 m unter Geländeoberkante (u. GOK) an, in Q 20 bis auf 17,2 m u. GOK (Abb. 7-22).

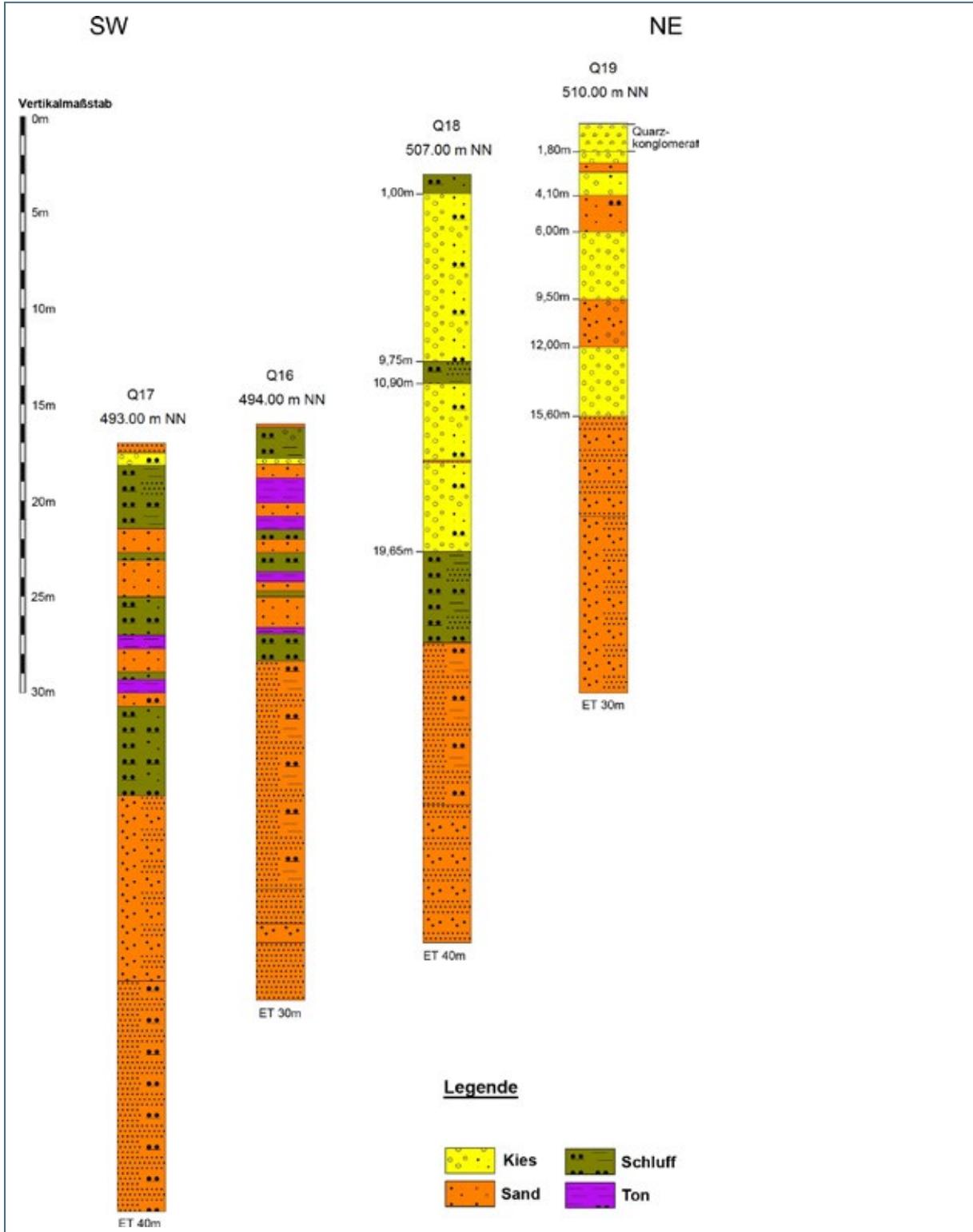


Abb. 7-23: Profilschnitt durch die Bohrungen nördlich Bad Birnbach, im zentralen Bereich des Erkundungsgebietes 4. Kieshorizonte mit Meterangabe unter Ansatzpunkt; mNN = Meter über Normal Null, ET = Endteufe

Nordöstlich Bad Birnbach wurden am Steinberg durch die Erkundungsbohrungen Q 18 und Q 19 Quarzrestschotter mit einer Mächtigkeit von 15-19 m im Höhengniveau zwischen 510 mNN und 487 mNN erschlossen. Es können jedoch, wie in Q 18 festgestellt wurde, über 2 m mächtige Sandzwischenlagen in die Kiese eingeschaltet sein. Die Überdeckung ist mit maximal 1 m Schluff sehr gering. Verfestigte Kiese bis 1,8 m wurden in Q 19 als Konglomerate bis Brekzien ausgewiesen.

Die Ansatzpunkte der ca. 2 km südwestlich des Steinbergs gelegenen Erkundungsbohrungen Q 16 und Q 17 liegen auf 493 mNN und 494 mNN und somit etwa in Höhe der am Steinberg ermittelten Untergrenze für die Quarzrestschotter. Diese Annahme wird durch eine stark kiesige Schlufflage und Brekzienlage bis 1,8 m Tiefe in Q 16 sowie eine Kieslage bis 1,15 m in Q 17 bekräftigt, die als Reste der ursprünglich darüber lagernden Schotter interpretiert werden können. Darunter folgen, genau wie am Steinberg, überwiegend Feinsande (Abb. 7-23).

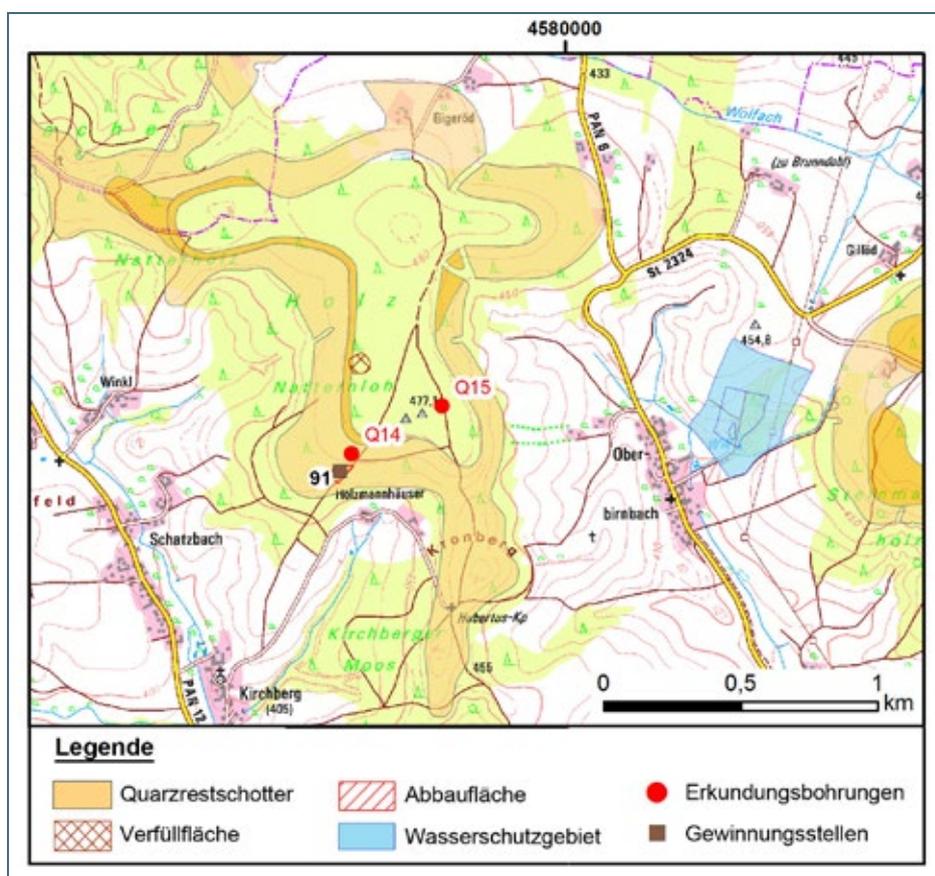


Abb. 7-24: Lage der Erkundungsbohrungen Q 14 und Q 15 und Aufschluss Nr. 91 südöstlich Egglham.

Die Erkundungsbohrungen Q 14, Q 15 (Abb. 7-24) und Q 32 sowie die Kiesgruben Nr. 50, 89, 91, 94 und 99 erschließen die Quarzrestschotter südlich bis südöstlich von Egglham. Hier wurden im Höhengniveau zwischen 478 mNN und 438 mNN Quarzrestschotter erkundet. Die Bohrung Q 15 hat den gesamten Bereich durchteuft. Die beiden anderen Bohrungen sowie die oben genannten Kiesgruben variieren innerhalb dieses Höhengniveaus (Abb. 7-25).

In der Bohrung Q 14 wurden bis zur Endteufe bei 30 m fast durchgehend Kiese (Quarzrestschotter) erschlossen. Nach Norden hin sind in diese Kiese zunehmend mächtigere Sandlagen, in der Bohrung Q 32 auch eine 1,5 m starke Ton-/Schlufflage eingeschaltet. Die eigentlichen Kiesmächtigkeiten betragen somit nur noch maximal 10 m.

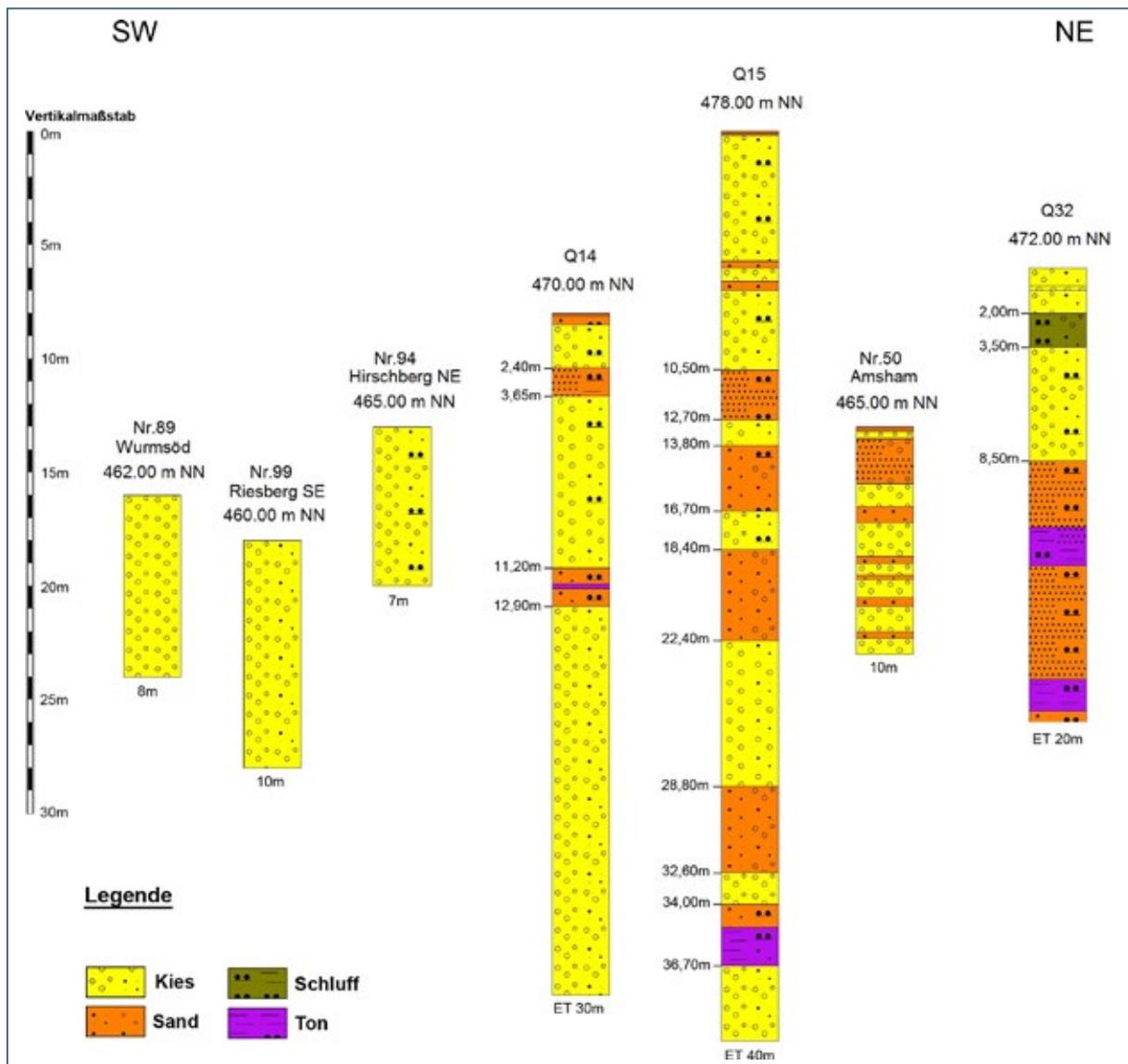


Abb. 7-25: Profilschnitt durch die Bohrungen und einige Gewinnungsstellen südlich bis südöstlich Egggham im Erkundungsgebiet 4. Kieshorizonte mit Meterangabe unter Ansatzpunkt; mNN = Meter über Normal Null, ET = Endteufe

### Korngrößenspektrum und Petrographie

Bei den Quarzrestschottern des Erkundungsgebietes 4, handelt es sich überwiegend um Mittelkiese mit durchschnittlichen Sandanteilen von 30 % und durchschnittlichen Feinkornanteilen von 14 %. Etwa 5 % hiervon ist der Tonanteil (Abb. 7-26).

In den Bohrungen Q 15 (Tattenbacher Holz), Q 18 und Q 19 (Steinberg) sind in die Mittel- bis Grobkiese Sand- und Feinkornfraktionen eingeschaltet. Vergleichsweise hohe Sandanteile finden sich in den Proben der Bohrungen Q 15 mit 38 bis 52 % sowie in Q 19 mit 38 %. Die Kornfraktion „Steine“ (> 63 mm) ist in allen untersuchten Proben mit maximal 2 % vernachlässigbar. Veränderungen der Kornzusammensetzung mit zunehmender Tiefenlage sind nicht erkennbar.

Bei mehr als der Hälfte aller untersuchten Proben liegen die Korngrößenanteile > 16 mm unter 20 % der Gesamtprobe. Nur in der Kiesgrube Nr. 50 Amsham, in einzelnen Streckenabschnitten der Bohrungen Q 15, Q 18 und Q 19 sowie in allen beprobten Kiese der Bohrung Q 20 wird die Rentabili-

tätsgrenze von 20 % Korngrößenanteile > 16 mm erreicht bzw. überschreiten. Eine Ausnahme stellt dabei die Kiesgrube Nr. 50 Amsham mit mehr als 43 % dar (Abb. 7-27).

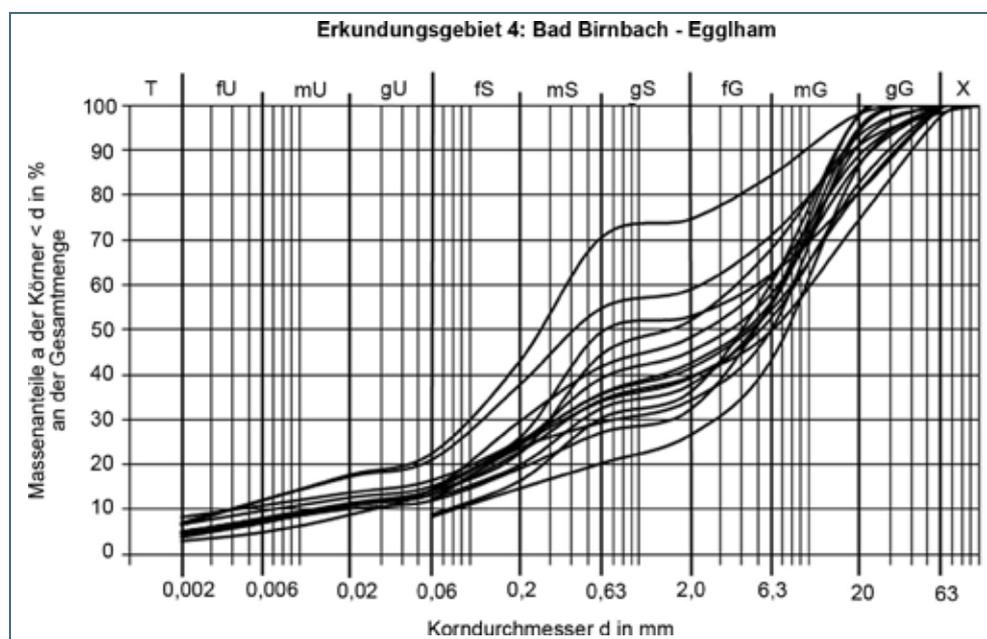


Abb. 7-26: Kornverteilung der untersuchten Bohrungen Q 14, Q 15, Q 18, Q 19, Q 20, Q 21 und Q 32 im Erkundungsgebiet 4.

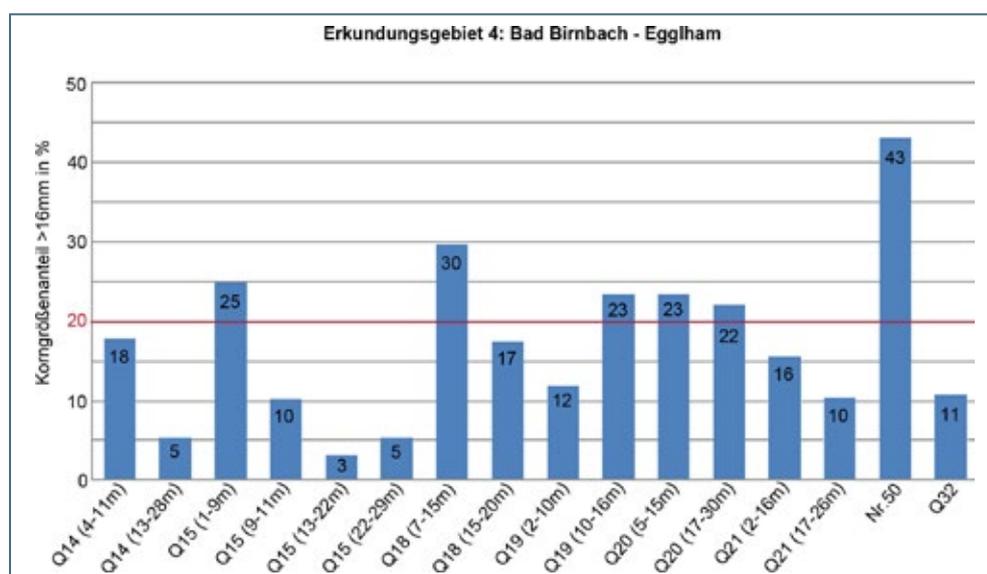


Abb. 7-27: Gewichtsprozent der Kornanteile > 16 mm. Rote Linie: Rentabilitätsgrenze (20 %).

Die Kieskomponenten der untersuchten Proben bestehen überwiegend aus Quarzgeröllen. Sporadisch treten Sandsteine auf. In einigen Kiesproben der Bohrungen Q 14, Q 15, Q 18 und Q 19 sind bis zu 10 % an Lydit- und/oder Kristallingeröllen enthalten.

### Chemische Untersuchungen

Chemische Vollanalysen wurden im Erkundungsgebiet 4 an 18 Kiesproben sowie an zwei Quarzkonglomeratproben durchgeführt. Die Proben wurden aus zwei Gewinnungsstellen, Nr. 50 Amsham

und Nr. 89 Wurmsöd, sowie aus den Erkundungsbohrungen Q 14, Q 15, Q 18, Q 19, Q 20, Q 21 und Q 32 entnommen (Tab. 7-4). Ergänzend wurden einigen dieser Proben halbquantitativ chemische analysiert (siehe Kap. 6). Beim Vergleich der Ergebnisse sind die Erläuterungen unter Kap. 6.3.2 zu berücksichtigen.

Tab. 7-4: Übersicht der chemisch untersuchten Proben in Erkundungsgebiet 4

VA: Vollanalyse, hier als Mittelwerte aus mehreren Analysen, hqA: halbquantitative Analyse.

Bohrung oder Kiesgrube	Probe	Entnahmetiefe [m]	Unters.-Methode	SiO <sub>2</sub> (M.-%)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (M.-%)	CaO (M.-%)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (M.-%)	TiO <sub>2</sub> (M.-%)	
				Standardanforderungen	> 99,6	≤ 0,20	≤ 0,005	≤ 0,05	≤ 0,008
				Mindestanforderungen	> 99,4	≤ 0,45	≤ 0,030	≤ 0,09	≤ 0,015
Q 14 Tattenbacher Holz A	Q 14/K1	3,7 - 11,2	VA	99,1	0,33	0,005	0,05	0,017	
			hqA	99,7	0,29	0,003	0,04	0,008	
	Q 14/K2	12,9 - 28,2	VA	98,8	0,51	0,010	0,17	0,035	
Q 15 Tattenbacher Holz B	Q 15/K1	1,0 - 8,5	VA	98,6	0,22	0,083	0,04	0,026	
			hqA	99,8	0,16	0,004	0,02	0,011	
	Q 15/K2	8,5 - 10,5	VA	98,8	0,21	0,006	0,12	0,017	
			hqA	99,7	0,17	0,002	0,11	0,005	
	Q 15/K3	12,7 - 22,4	VA	98,6	0,42	0,330	0,30	0,040	
Q 15/K4	22,4 - 28,8	VA	99,1	0,39	0,170	0,16	0,020		
Q 18 Steinberg A	Q 18/K1	4,0 - 9,7 u. 10,9 - 14,9	VA	98,8	0,32	0,005	0,04	0,028	
			hqA	99,6	0,30	0,002	0,04	0,018	
	Q 18/K2	14,9 - 19,6	VA	98,1	0,48	0,330	0,10	0,035	
			hqA	99,4	0,52	0,005	0,08	0,012	
Q 19 Steinberg B	Q 19/K1 (QKgl)	0,5 - 1,8	VA	96,3	0,96	< NWG	0,78	0,230	
	Q 19/K2	1,8 - 9,5	VA	98,7	0,40	0,005	0,06	0,019	
	Q 19/K3	9,5 - 15,6	VA	98,0	0,82	0,007	0,16	0,036	
Q 20 Steinkart A	Q 20/K1	5,1 - 14,5	VA	98,8	0,35	0,007	0,06	0,055	
	Q 20/K2 (QKgl)	16,7 - 17,2	VA	96,7	1,54	< NWG	0,24	0,080	
	Q 20/K3	17,2 - 21,7 u. 23,4 - 30,0	VA	98,1	0,47	0,184	0,08	0,019	
Q 21 Steinkart B	Q 21/K1	2,0 - 16,4	VA	99,1	0,22	0,007	0,04	0,058	
			hqA	99,8	0,17	0,002	0,04	0,041	
	Q 21/K2	17,4 - 26,0	VA	98,1	0,57	0,008	0,10	0,031	
Q 32 Grabenholz	Q 32/K1	4,4 - 8,0	VA	99,4	0,29	0,023	0,05	0,027	
			hqA	99,6	0,32	0,003	0,04	0,011	
Nr. 50 Amsham	MS-7444/1	7,0 - 8,0	VA	99,6	0,06	0,015	0,02	0,038	
			hqA	99,9	0,03	0,005	0,01	0,024	
	MS-7444/5	ø-Wert	VA	99,8	0,05	0,005	0,01	0,030	
Nr. 89 Wurmsöd	MS-7544/1	5,0 - 6,0	VA	99,5	0,62	<NWG	0,15	0,030	
			hqA	99,4	0,45	0,007	0,12	0,014	

Abb. 7-28 gibt einen zusammenfassenden Überblick über die Eignung der Kiese für die Rohsiliziumherstellung. Überschlüssig erfüllt etwa die Hälfte aller untersuchten Kiesproben die Mindestanforderungen an den Quarzrohstoff.

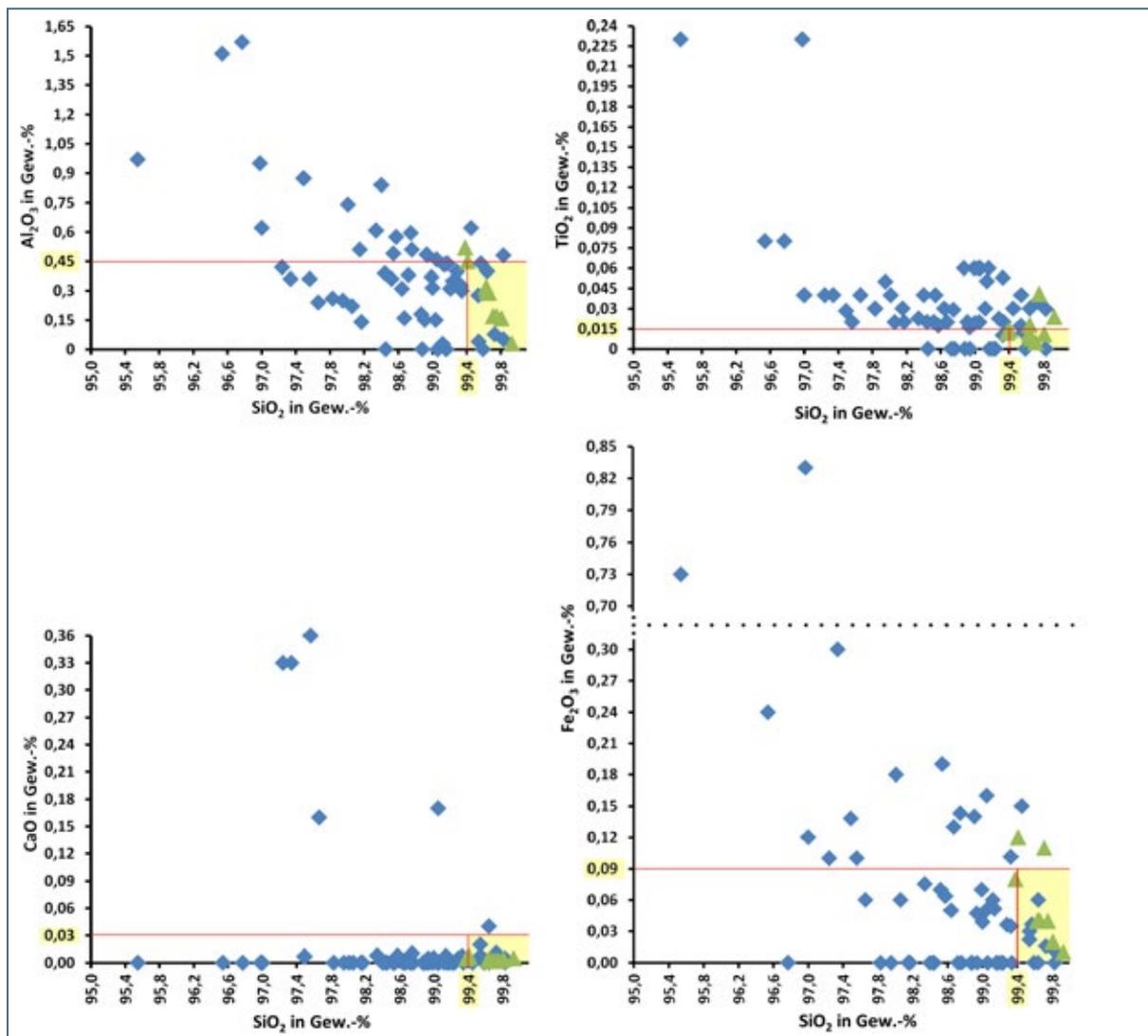


Abb. 7-28: Zusammenfassende Darstellung der chemischen Untersuchungsergebnisse aller Vollanalysen (blaue Rauten) und halbquantitativen Analysen (grüne Dreiecke) im Erkundungsgebiet 4

Im Erkundungsgebiet 4 weisen die Kiese bis in ca. 11 bis 15 m Tiefe deutlich bessere chemische Eigenschaften (in Bezug auf die Gewinnung von Rohsilizium) auf, als in den darunter liegenden Horizonten. Die Mindestanforderungen der relevanten Elemente werden hier überwiegend erfüllt. Während die darunter lagernden Kiese den Mindestanforderungen, bis auf den CaO-Gehalt, nicht entsprechen. Ihre erhöhten  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -Gehalte korrelieren mit höheren  $\text{K}_2\text{O}$ - und/oder  $\text{Na}_2\text{O}$ -Werten und deuten auf einen höheren Anteil an Fremdkomponenten hin. Die z. T. hohen  $\text{TiO}_2$ -Werte lassen sich durch Rutileinlagerungen in den Quarzkomponenten erklären und sollten bei einer engräumigeren Quarzrohstofferkundung verifiziert werden. Die Nebenelement-Gehalte aller untersuchten Proben beträgt durchschnittlich 0,1 %.

Die Quarzkonglomerate aus den Bohrungen Q 19 und Q 20 sind nicht als Quarzrohstoff geeignet.

Aufgrund relativ guter chemischer Ergebnisse sowie dem Erreichen der Rentabilitätsgrenze von etwa 20 % Kornanteil > 16 mm wurde im Umfeld der bestehenden Kiesgrube Nr. 50 Amsham sowie der Erkundungsbohrungen Q 14 u. Q 15 (Tattenbacher Holz) eine Rohstoffpotenzialfläche ausgewiesen (siehe Kap. 8.2).

## 7.2.2 Erkundungsgebiet 5: Simbach am Inn – Pfarrkirchen

Dieses Erkundungsgebiet befindet sich zwischen den Flüssen Rott und Inn. Im Umfeld der Ortschaften Triftern, Kößlarn und Stubenberg wurden sieben Bohrungen abgeteuft, um die Mächtigkeiten und Qualitäten der Quarzrestschotter zu erkunden (Abb. 7-29). Weiterhin wurden 15 Kiesgruben befahren, von denen die meisten bereits verfüllt oder verwachsen sind. Nur zwei Gruben, in denen derzeit noch Kies abgebaut wird, konnten in Augenschein genommen und beprobt werden.

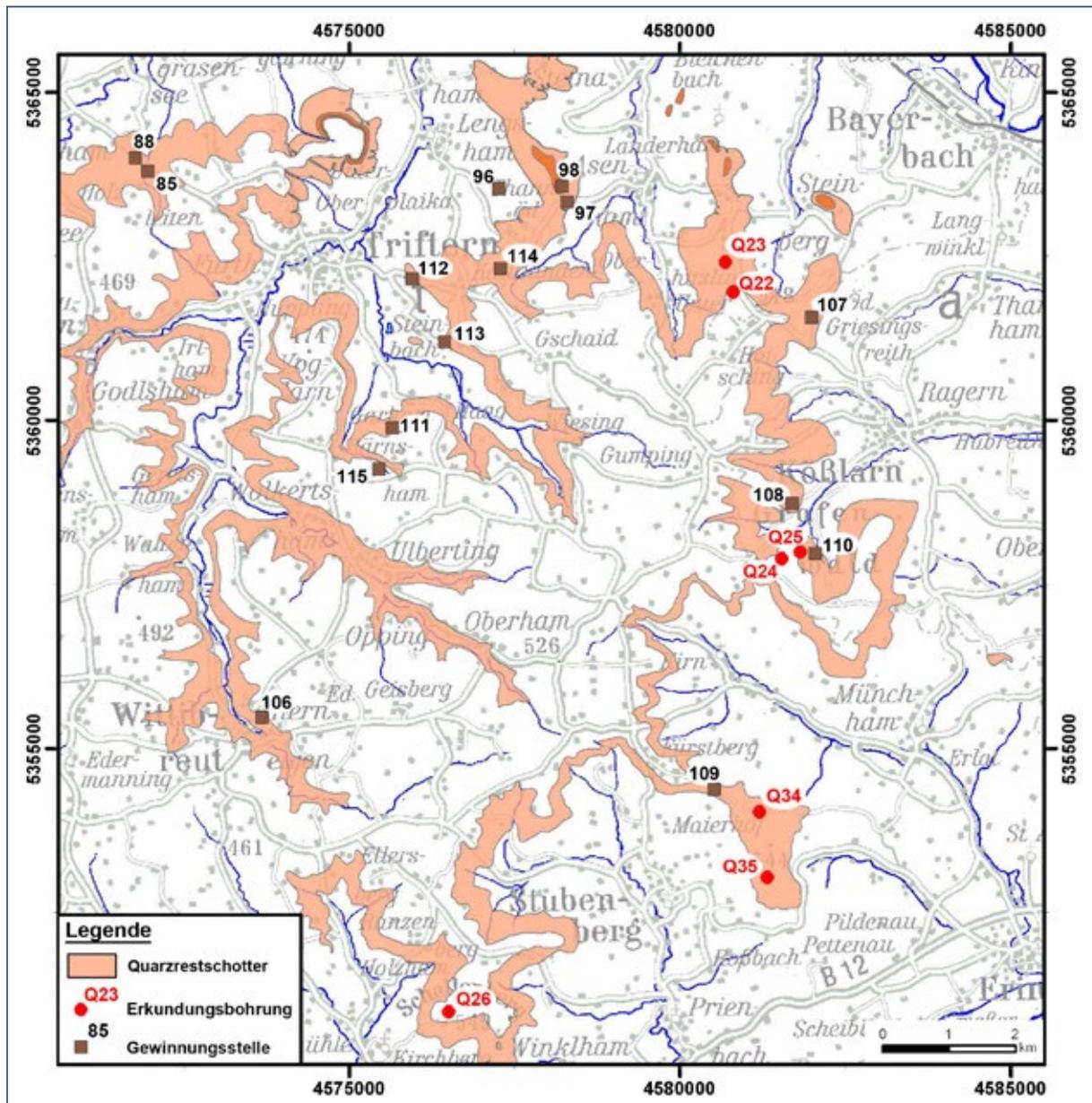


Abb. 7-29: Erkundungsgebiet 5: Simbach am Inn – Pfarrkirchen

### Verbreitung und Mächtigkeit

Im Erkundungsgebiet 5 umrahmen Quarzrestschotter eine Hochfläche, auf der mehrere Bäche entspringen. Diese entwässern im Norden in Richtung Rott und im Süden in Richtung Inn. An den Hängen der Hochfläche treten die Quarzrestschotter zu Tage. Sie werden von überwiegend feinkörnigen Ablagerungen der Hangendserie (siehe Abb. 4-3) überdeckt.

Die im Süden am Schellenberg und Südosten im Fürstberger Wald abgeteufte Bohrungen Q 26, Q 34 und Q 35 im Umfeld des Ortes Stubenberg erbrachten zwischen 513 mNN und 542 mNN Quarzrestschotter-Mächtigkeiten von 11 m bis 17 m, wobei dies nur die Kieslagen umfasst. In Q 26 und Q 34 wurden zwischengeschaltete Sandlagen bis 2 m erbohrt (Abb. 7-30).

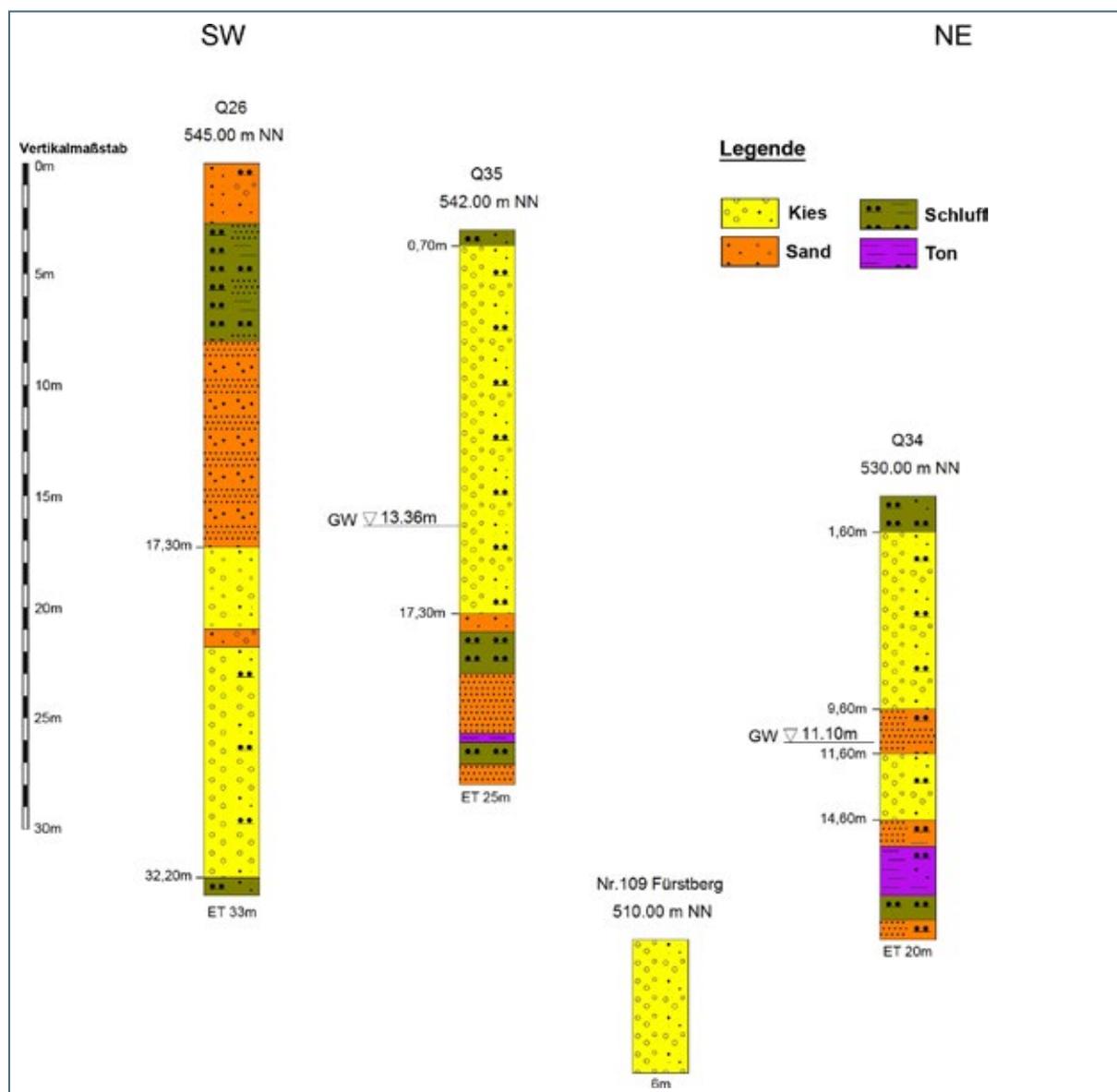


Abb. 7-30: Profilschnitt durch die Bohrungen und eine Gewinnungsstelle im Umfeld des Ortes Schellenberg, im südlichen Bereich des Erkundungsgebietes 5. Kieshorizonte mit Meterangabe unter Ansatzpunkt; mNN = Meter über Normal Null, ET = Endteufe, GW = Grundwasserstand

Die Mächtigkeit der Überdeckung mit Sand- und Schlufflagen der Hangendserie ist abhängig von der Lage der Bohrungen zum Ausstrich der Quarzrestschotter, also der Entfernung zur der Hangkante. Sie ist bei Q 26 mit 17,3 m am mächtigsten und im Bereich der Bohrungen Q 34 und Q 35 mit bis zu 1,6 m eher gering. Grundwasser wurde in diesen beiden Bohrungen bei ca. 11 m und 13 m angetroffen.

Im Gebiet südlich Kößlarn wurden in den Bohrungen Q 24 und Q 25 (Grafenwald) Quarzrestschotter in Höhenlagen zwischen 489 mNN und 517 mNN mit Mächtigkeiten von 16 m bis 27,5 m angetroffen. Die Überdeckung mit Schluffen, Tonen und Sanden beträgt hier 3 m bis 10 m.

Das gesamte Kiespaket der Quarzrestschotter ist in Q 24 grundwassererfüllt. In Q 25 lag dagegen der Grundwasserstand bei 18,2 m, an der Unterkante des Kiespaketes.

Die ehemaligen Kiesgruben Grafenwald mit Abbauhöhen bis ca. 8 m liegen innerhalb des gleichen Höhenniveaus wie die des erbohrten Quarzrestschotter (Abb. 7-31).

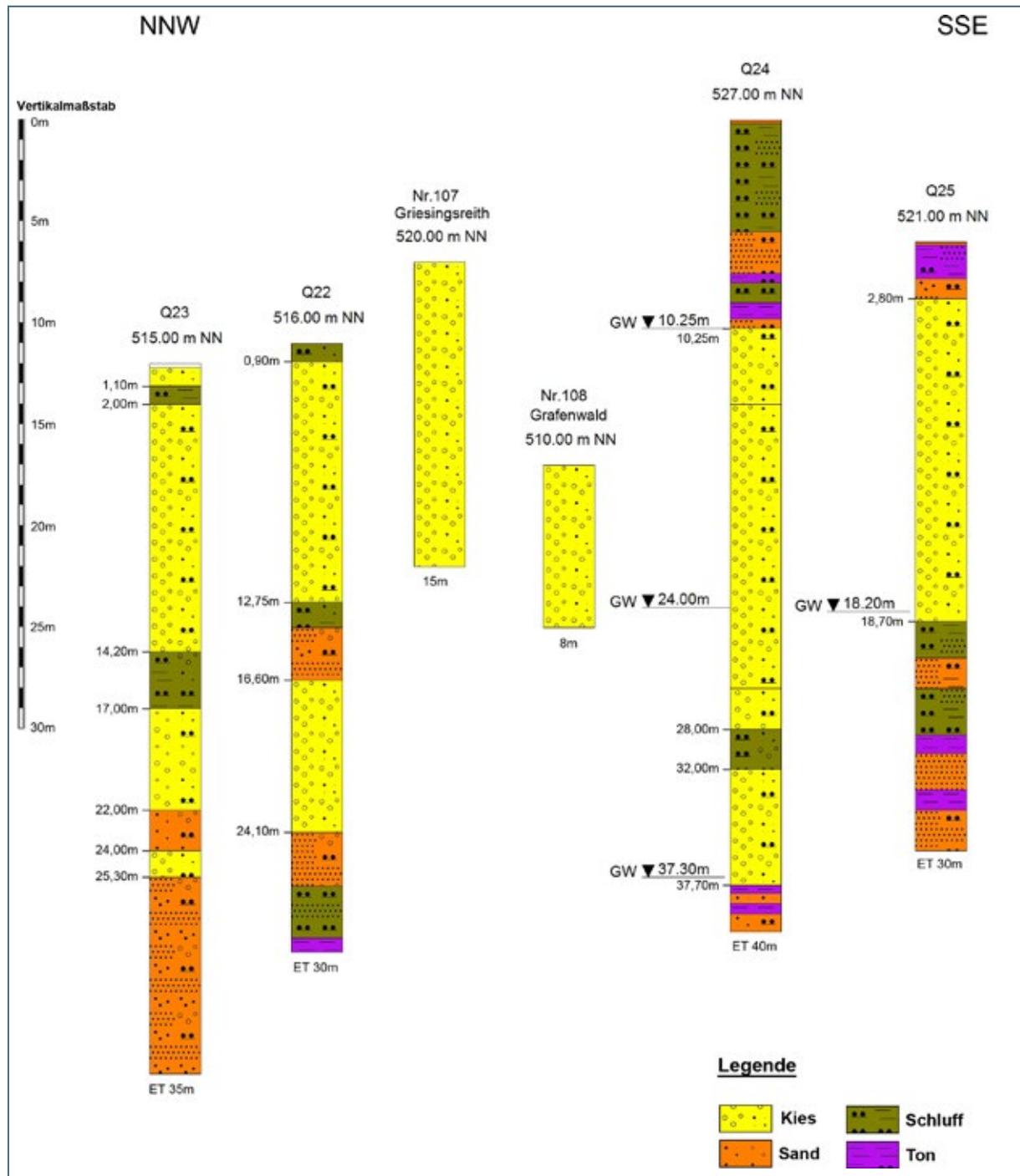


Abb. 7-31: Profilschnitt durch Bohrungen und Gewinnungsstellen im Umfeld des Ortes Kößlarn, im östlichen bis nordöstlichen Bereich des Erkundungsgebietes 5. Kieshorizonte mit Meterangabe unter Ansatzpunkt; mNN = Meter über Normal Null, ET = Endteufe, GW = Grundwasserstand

Nördlich Kößlarn wurden die Quarzrestschotter durch die Erkundungsbohrungen Q 22 und Q 23 (Sturzholz) sowie die Kiesgrube Nr.107 Griesingsreith erschlossen. Zwischen 520 mNN und 487 mNN wurden Kiesmächtigkeiten bis maximal 20 m angetroffen. Den Kiesen können hier bis 3 m mächtige Sand-, Schluff- und Tonhorizonte zwischengelagert sein. Die Quarzrestschotter besitzen hier kaum Überdeckung. Grundwasser ist nicht vorhanden (Abb. 7-32).

Betrachtet man die Höhenlagen der Obergrenze der Quarzrestschotter in allen Bohrungen des Erkundungsgebietes 5, dann kann ein weiträumiges Einfallen von SE nach NW festgestellt werden. In Q 35 liegt die Obergrenze auf 541 mNN, die dann sukzessiv in nordwestliche Richtung abfällt (in Q 23 auf 513 mNN). Die im NW gelegenen Kiesgruben um Triftern erschließen Quarzrestschotter im Höhengniveau um 430 mNN bzw. teilweise darunter. Dies bestätigt die Annahme eines großflächigen Einfallens des Schotterkörpers.

### Korngrößenspektrum und Petrographie

Die Kornverteilungsmuster der untersuchten Kiesproben zeigen anhand ihrer Körnungslinien einen weitgehend ähnlichen Verlauf, da alle untersuchten Proben etwa gleiche Kies-, Sand- und Feinkornanteile enthalten (Abb. 7-32).

Bei den Hauptgemengeteilen handelt es sich überwiegend um Mittelkiese, seltener um Grobkiese, nur sporadisch um Feinkiese. Sie enthalten fast durchgängig etwa 25 % Sand- und 6 % bis maximal 18 % Feinkornanteil.

Steine (> 63 mm) wurden in größeren Mengen in der Erkundungsbohrung Q 22 zwischen 3 m und 13 m Tiefe mit 5 % sowie im Fürstberger Wald in den Bohrungen Q 34 und Q 35 ermittelt. In Q 34 erreicht der Steinanteil zwischen 3 und 9 m 19 % Steinanteil, in Q 35 in allen untersuchten Proben 4 bis 9%. Alle anderen Proben sind von der Korngröße her steinfrei oder besitzen einen maximalen Steinanteil von nur 0,8 %.

Die Korngrößenanteile schwanken unregelmäßig in vertikaler wie in horizontaler Richtung.

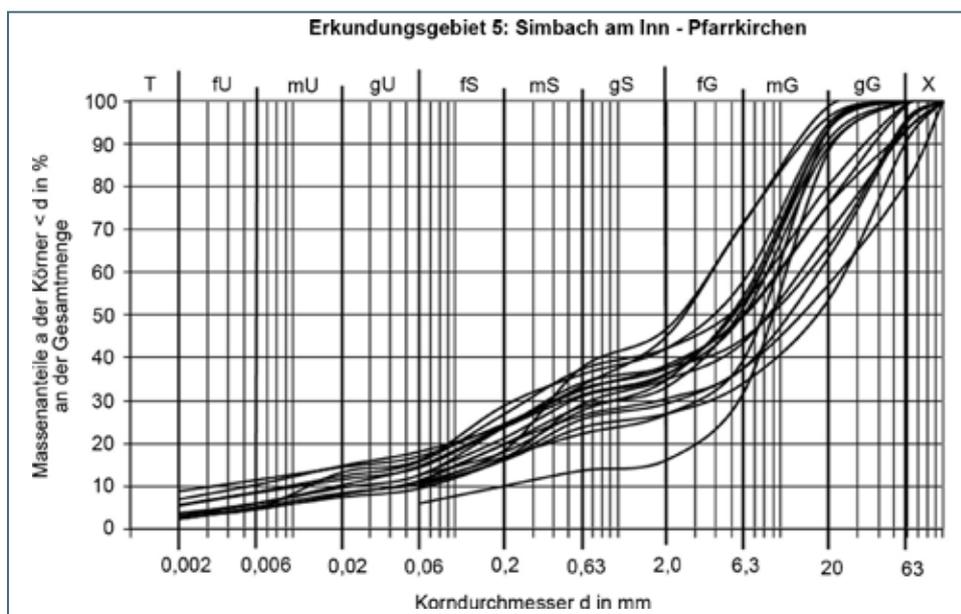


Abb. 7-32: Kornverteilung der untersuchten Kiese der Bohrungen Q 22, Q 23, Q 24, Q 25, Q 26, Q 34 und Q 35 sowie der Kiesgrube Nr. 107 Griesingsreith (Kößlarn) im Erkundungsgebiet 5.

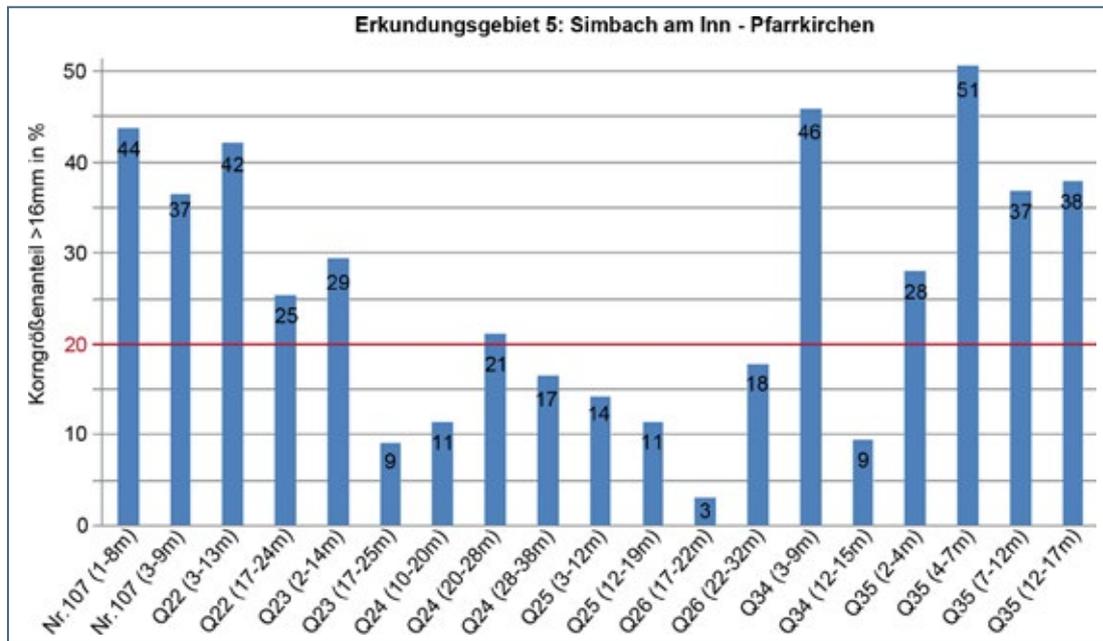


Abb. 7-33: Gewichtsprozent der Kornanteile > 16 mm. Rote Linie: Rentabilitätsgrenze (20 %)

Die Korngrößenanteile > 16 mm liegen bei den meisten untersuchten Proben dieses Erkundungsgebietes über 20 % (Abb. 7-31). Auffällig ist hierbei, dass in den Proben mit mehr als 10 % Grobkiesanteil auch die Korngrößenanteile > 16 mm immer über 20 % betragen.

Die Kieskomponenten bestehen häufig bis zu 90 % aus Quarzen. In der Regel finden sich neben Quarzen nur sporadisch Lydite, Quarzite, Glimmerschiefer oder Kristallingerölle. Vereinzelt können jedoch bis zu 20 % Kristallingerölle enthalten sein.

### Chemische Untersuchungen

Chemische Vollanalysen der Quarzrestschotter wurden im Erkundungsgebiet 5 an 20 Kiesproben durchgeführt. Die Proben wurden aus zwei Gewinnungsstellen, Nr. 107 Griesingsreith und Nr. 115 Bärnsham, sowie den Bohrungen Q 22, Q 23, Q 24, Q 25, Q 26, Q 34 und Q 35 entnommen (Tab. 7-5). Ergänzend wurden einigen dieser Proben halbquantitativ chemische analysiert (siehe Kap. 6). Beim Vergleich der Ergebnisse sind die Erläuterungen unter Kap. 6.3.2 zu berücksichtigen.

Tab. 7-5: Übersicht der chemisch untersuchten Proben in Erkundungsgebiet 5

VA: Vollanalyse, hier als Mittelwerte aus mehreren Analysen, hqA: halbquantitative Analyse

Bohrung oder Kiesgrube	Probe	Entnahmetiefe [m]	Unters.-Methode	SiO <sub>2</sub> (M.-%)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (M.-%)	CaO (M.-%)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (M.-%)	TiO <sub>2</sub> (M.-%)
				> 99,6	≤ 0,20	≤ 0,005	≤ 0,05	≤ 0,008
				> 99,4	≤ 0,45	≤ 0,030	≤ 0,09	≤ 0,015
Q 22 Sturzholz A	Q 22/K1	3,4 - 12,8	VA	98,9	0,38	0,006	0,07	0,018
			hqA	99,6	0,35	0,002	0,06	0,008
	Q 22/K2	16,6 - 24,1	VA	99,2	0,34	0,007	0,04	0,018
			hqA	99,7	0,26	0,003	0,04	0,008
Q 23 Sturzholz B	Q 23/K1	2,0 - 14,2	VA	98,7	0,27	0,005	0,05	0,030
			hqA	99,7	0,26	0,004	0,04	0,013
	Q 23/K2	17,0 - 25,3	VA	98,9	0,41	0,013	0,08	0,015

Bohrung oder Kiesgrube	Probe	Entnahmetiefe [m]	Unters.- Methode	SiO <sub>2</sub> (M.-%)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (M.-%)	CaO (M.-%)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (M.-%)	TiO <sub>2</sub> (M.-%)
		Standardanforderungen		> 99,6	≤ 0,20	≤ 0,005	≤ 0,05	≤ 0,008
		Mindestanforderungen		> 99,4	≤ 0,45	≤ 0,030	≤ 0,09	≤ 0,015
Q 24 Grafenwald A	Q 24/K1	10,3 - 20,0	VA	99,1	0,39	0,008	0,05	0,028
	Q 24/K2	20,0 - 28,0	VA	98,6	0,61	0,009	0,07	0,026
	Q 24/K3	28,0 - 37,7	VA	97,8	0,74	0,010	0,10	0,026
Q 25 Grafenwald B	Q 25/K1	2,8 - 12,0	VA	98,9	0,41	0,006	0,06	0,036
	Q 25/K2	12,0 - 18,7	VA	98,7	0,46	0,007	0,08	0,043
Q 26 Schellenberg	Q 26/K1	17,3 - 21,8	VA	94,9	2,25	0,060	0,35	0,077
	Q 26/K2	21,8 - 32,2	VA	98,4	0,44	<NWG	0,09	0,030
Q 34 Fürstberger Wald A	Q 34/K1	2,7 - 9,0	VA	99,2	0,42	0,020	0,05	0,018
			hqA	99,6	0,39	0,004	0,04	0,009
	Q 34/K2	11,6 - 14,6	VA	99,7	0,21	0,007	0,03	0,015
			hqA	99,8	0,19	0,004	0,03	0,005
Q 35 Fürstberger Wald B	Q 35/K1	1,7 - 4,0	VA	99,4	0,23	0,137	0,04	0,014
			hqA	99,6	0,25	0,133	0,04	0,006
	Q 35/K2	4,0 - 7,0	VA	98,9	0,37	0,020	0,08	0,030
			hqA	99,5	0,43	0,004	0,07	0,013
	Q 35/K3	7,0 - 12,2	VA	98,6	0,37	0,010	0,08	0,027
			hqA	99,5	0,44	0,006	0,07	0,012
Q 35/K4	12,2 - 17,3	VA	97,8	0,73	0,020	0,10	0,040	
			hqA	99,1	0,83	0,006	0,09	0,023
Nr. 107 Griesingsreith (Kiesgrube Kößlarn)	MS-7644/2	3,0 - 9,0	hqA	99,7	0,29	0,003	0,04	0,009
	MS-7644/5	ø-Wert	VA	98,7	0,52	0,013	0,05	0,028
Nr. 115 Bärsham	MS-7644/3	ø-Wert	VA	98,1	0,41	0,023	0,12	0,029

Einen zusammenfassenden Überblick zur Eignung der Kiese gibt Abb. 7-34. Darin, wie auch in Tab. 7-5 wird ersichtlich, dass der überwiegende Teil der Proben die Mindestanforderungen für Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO und Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> erfüllen. Der TiO<sub>2</sub>-Gehalt hingegen entspricht nur bei etwa der Hälfte der Proben den Mindestanforderungen. Je nach gewähltem Elementspektrum besitzen die Kiesproben zwischen 0,0004 % bis maximal 0,28 % Nebenelement-Anteile.

Die chemische Zusammensetzung der Kiese scheint im Erkundungsgebiet 5 eher unsystematisch und auch örtlich zu schwanken. So zeigen zwar die räumlich nah beieinander liegenden Proben der Bohrungen Q 22 und Q 23 ähnliche chemische Elementverteilungen, doch sind Verunreinigungen in Q 23 auf tiefere Lagen, in Q 22 auf höheren Lagen beschränkt. Gleiche Aussagen treffen auch für alle anderen Bohrungen zu. Manchmal zeigen die oberflächennahen Kiese, manchmal die Kiese aus tieferen Lagen die besseren Ergebnisse.

Die aus den beiden Gewinnungsstellen, Nr.107 Griesingsreith und Nr. 115 Bärsham entnommenen Kiese > 16 mm erbrachten schlechtere Ergebnisse, als die Proben, die das gesamte Korngrößenspektrum der Kiesfraktion umfasst. Das bedeutet, dass in den gröberen Fraktionen entweder mehr Fremdkomponenten enthalten sind oder die Quarzkomponenten selbst Verunreinigungen durch Fremdeinlagerungen aufweisen.

Die Kiese aus den Bohrungen Q 22, Q 23 und Q 34 erfüllen im Erkundungsgebiet 5 die besten Voraussetzungen für die Rohsiliziumherstellung. Die Kiese der Bohrung Q 35 erreichen in drei Horizon-

ten die Mindestanforderungen, die Kiesgrube Nr. 107 Griesingsreith Mindest- und Standardanforderungen. In diesen Bohrungen bzw. der Kiesgrube Nr. 107 Griesingsreith wurde darüber hinaus weitestgehend, zumindest aber im oberen Kiespaket, die Rentabilitätsgrenze für den Kornanteil > 16 mm erreicht. Daher wurden in ihrem Umfeld (nördlich Kößlarn, im Bereich der Kiesgrube Nr. 107 Griesingsreith sowie zwischen Stubenberg und Kößlarn) drei Rohstoffpotenzialflächen ausgewiesen (siehe Kap. 8.2)

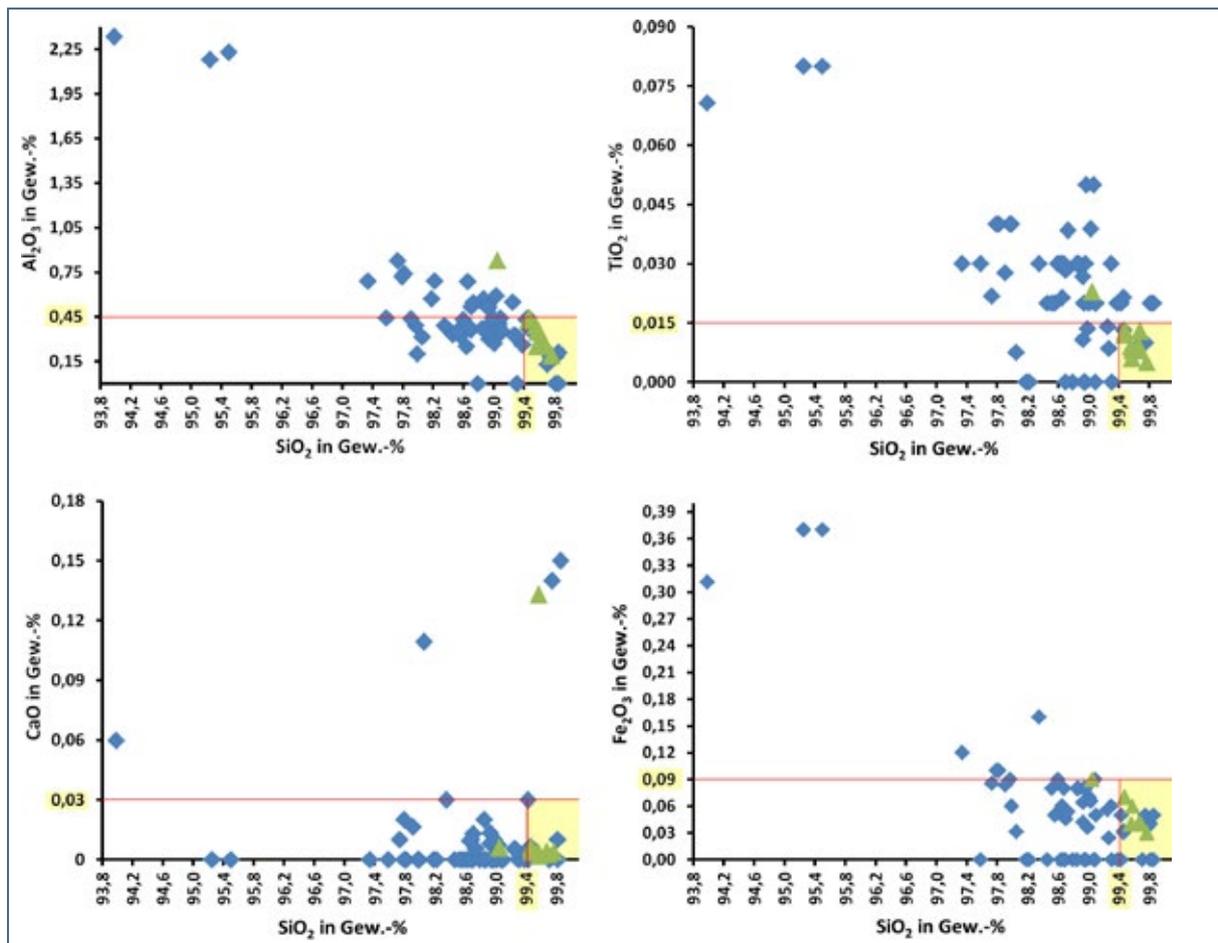


Abb. 7-34: Zusammenfassende Darstellung der chemischen Untersuchungsergebnisse aller Vollanalysen (blaue Rauten) und halbquantitativen Analysen (grüne Dreiecke) im Erkundungsgebiet 5.

### 7.2.3 Erkundungsgebiet 6: Pfarrkirchen – Roßbach

Dieses Erkundungsgebiet befindet sich zwischen Vils- und Rotttal. Über die gesamte Fläche sind mehrere ehemalige Kiesgruben verteilt, in denen Kiese der Quarzrestschotter und der Nördlichen Vollschotter abgebaut wurden und werden. Viele sind verfüllt, einige aufgelassen. Nur in zwei Gruben, Nr. 38 Kudlhub und Nr. 86 Lerbing, wird derzeit noch Kies abgebaut. Zwischen den Orten Pfarrkirchen und Johanniskirchen wurden 23 Gewinnungsstellen befahren sowie einige beprobt. Eine Erkundungsbohrung wurde nordöstlich Pfarrkirchen abgeteuft (Abb. 7-35).

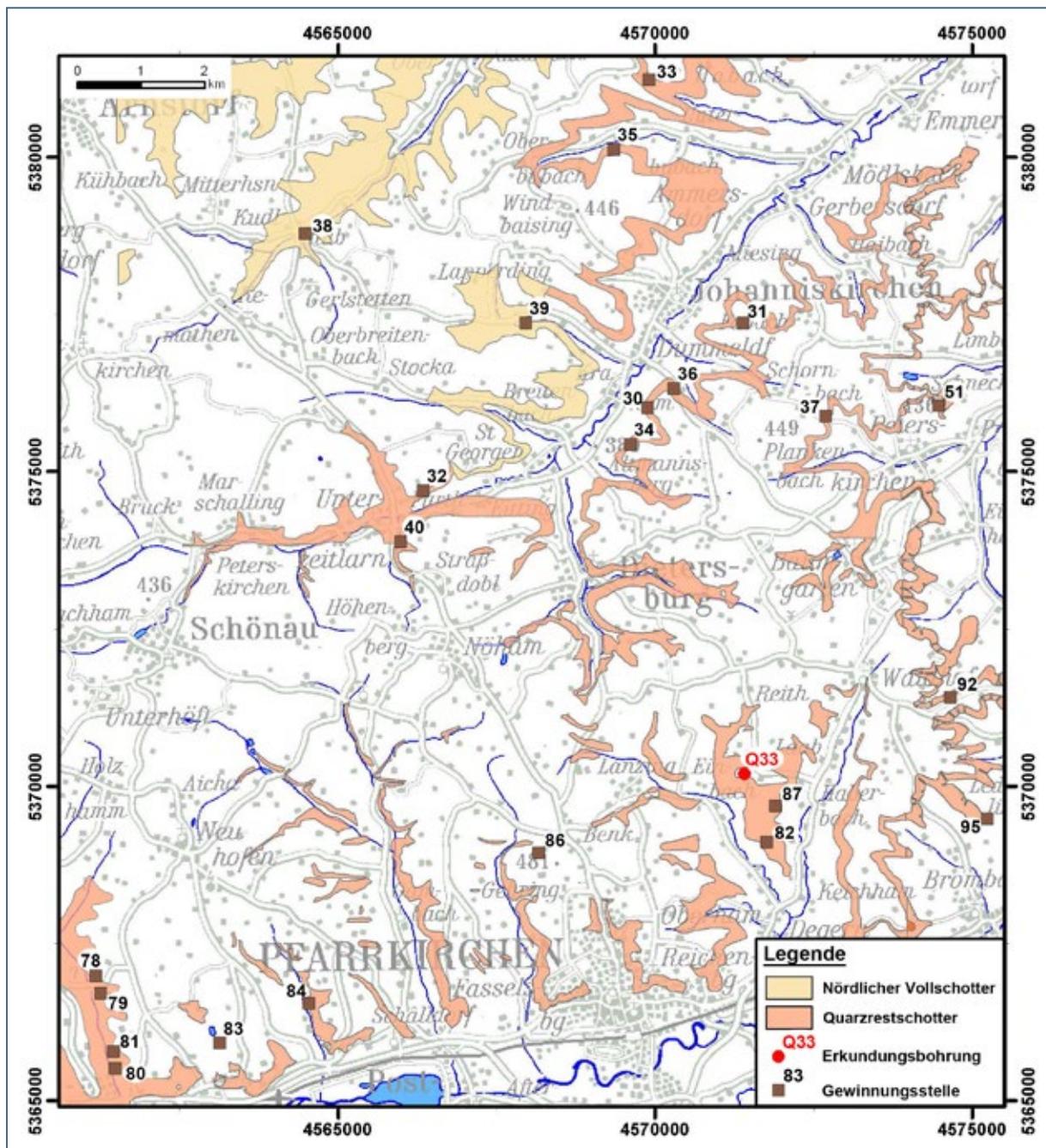


Abb. 7-35: Erkundungsgebiet 6: Pfarrkirchen – Roßbach

### Verbreitung und Mächtigkeit

Die Quarzrestschotter sind im Erkundungsgebiet weit verbreitet und bauen die Talflanken und Hänge zu den Hochflächen auf. Im Nordwesten gehen sie in die Nördlichen Vollsotter über.

Westlich Pfarrkirchen und nördlich Dietersburg sind die Kiese der Nördlichen Vollsotter wie auch die der Quarzrestschotter im Höhengniveau zwischen 397 mNN und 440 mNN aufgeschlossen (siehe Profilschnitte in Abb. 7-36, 7-37 und 7-38). Dies könnte bedeuten, dass bei horizontaler Lagerung und gleichbleibender Schichtmächtigkeit eine maximale Mächtigkeit von 43 m zu erwarten wäre.

Dies erscheint aber aus struktureologischen Überlegungen als unwahrscheinlich. Nach Auswertung der Aufschlusshöhen aller Gewinnungsstellen ist eine mittlere Kiesmächtigkeit von 10 m bis 15 m, maximal 20 m, in diesen Gebieten am wahrscheinlichsten.

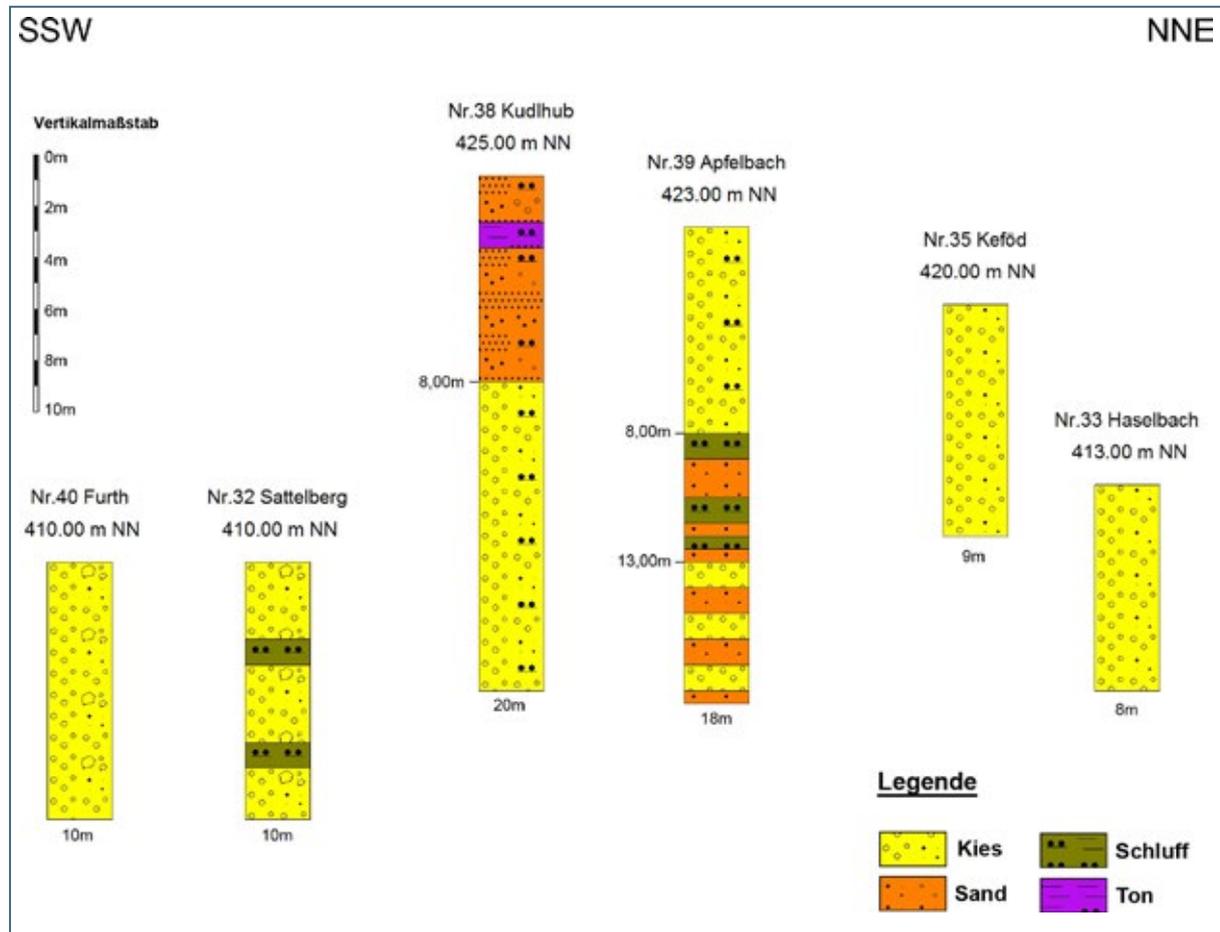


Abb. 7-36: Profilschnitt durch mehrere Kies- und Sandgruben westlich Johanniskirchen im Erkundungsgebiet 6. mNN = Meter über Normal Null

Die Gewinnungsstellen und die abgeteufte Bohrung Q 33 im SE des Erkundungsgebietes ergaben für die Quarzrestschotter eine Höhenlage zwischen 430 mNN und 450 mNN. Darüber folgen in Wechsellagerung Kiese, Sande, Schluffe und Tone der Hangendserie, die in der Sand-Kiesgrube Nr. 86 Lerbing derzeit noch aufgeschlossen sind.

Die Erkundungsbohrung Q 33 erschloss unter einer 6 m mächtigen Schluff- und Feinsandüberdeckung bis in eine Tiefe von 24,6 m eine Quarzrestschottermächtigkeit von 19 m. Diesen Kiesen ist eine 2,5 m mächtige Sand-Schluff-Lage zwischengeschaltet (Abb. 7-38). Die ehemaligen Kiesgruben Nr. 82 Kühstetten und Nr. 95 Hirschbach erschlossen Quarzrestschotter aus diesem Höhengniveau. Deren Mächtigkeit kann hier mit 15 m bis maximal 20 m angegeben werden.

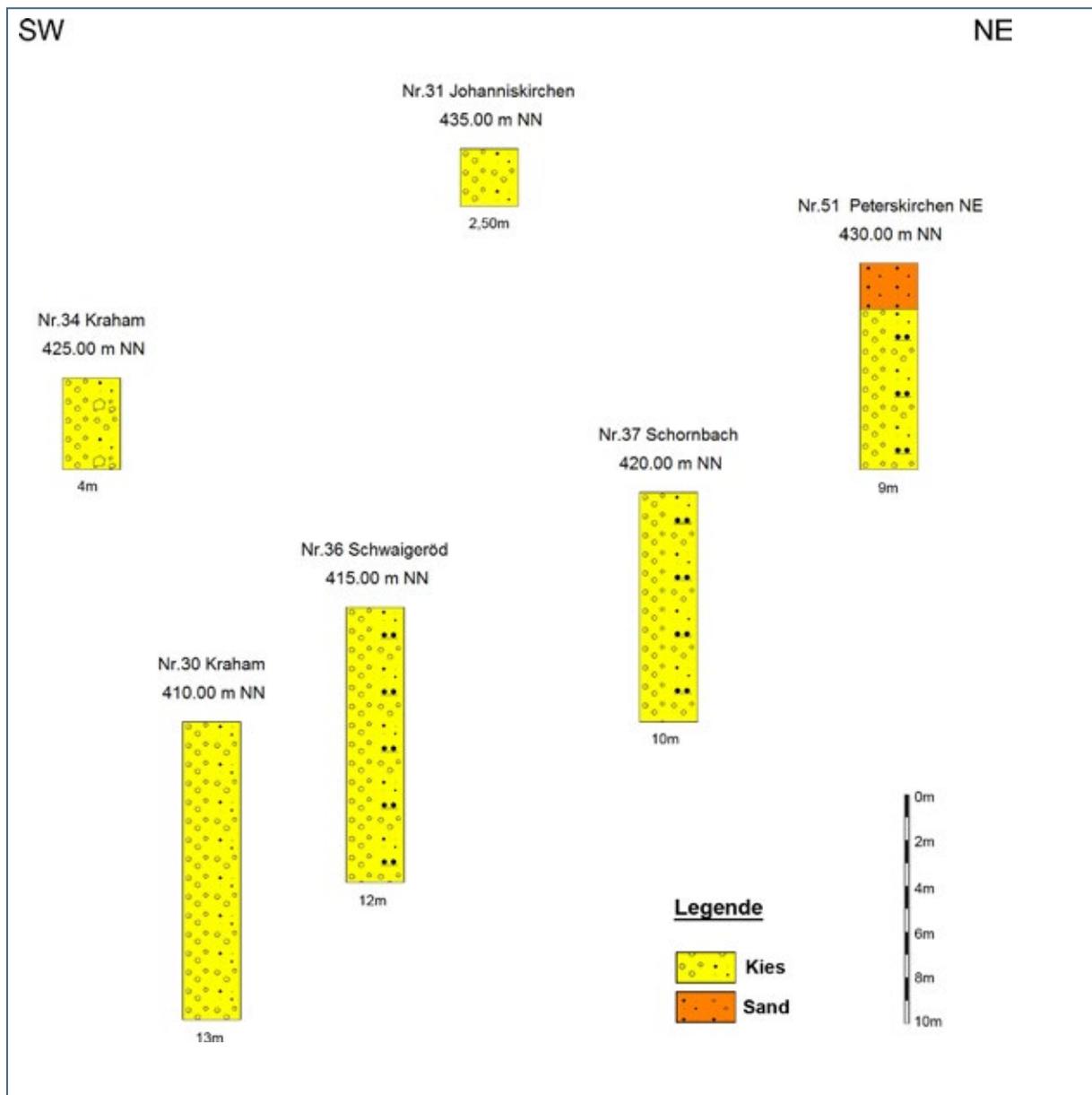


Abb. 7-37: Profilschnitt durch mehrere Kies- und Sandgruben zwischen Dietersburg und Johanniskirchen.  
mNN = Meter über Normal Null

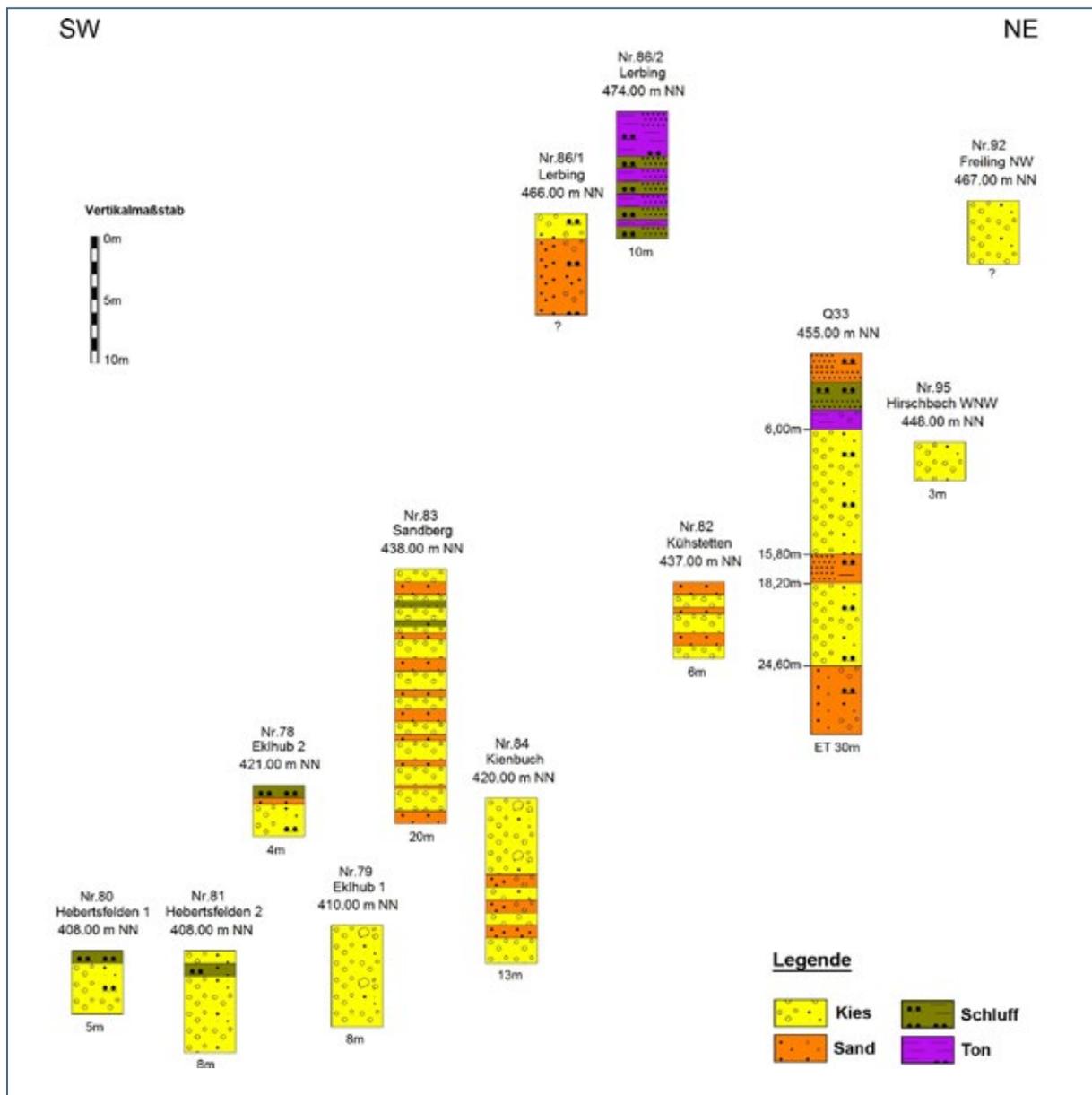


Abb. 7-38: Profilschnitt durch mehrere Kies- und Sandgruben sowie der Bohrung Q33 südwestlich bis nordöstlich Pfarrkirchen. mNN = Meter über Normal Null, ET = Endteufe

### Korngrößenspektrum und Petrographie

Die für die Proben der Erkundungsbohrung Q33 sowie die Kiesgruben westlich Pfarrkirchen (Nr. 78 Eklhub 2 und Nr. 83 Sandberg) ermittelten Kornsummenkurven zeigen nahezu gleiche Verteilungsmuster (Abb. 7-39). Es überwiegen Mittelkiese, deren Anteil an der Gesamtprobe durchschnittlich 32 % beträgt. Der Grobkiesanteil schwankt zwischen 14 % und 26 %. Die Sandgehalte machen meist etwas mehr als 25 % der Gesamtprobe aus. Die Feinkornanteile liegen überwiegend zwischen 10 % und 16 %. Steine sind mit einem maximalen Anteil von 4 % vernachlässigbar. Zusammenfassend kann man die Quarzrestschotter dieses Erkundungsgebietes als sandige, leicht schluffige bis schluffige Mittelkiese oder Mittel- bis Grobkiese mit sehr geringem Steinanteil bezeichnen. Eine deutliche Änderung der Zusammensetzung der Kiese mit zunehmender Tiefe ist nicht erkennbar.

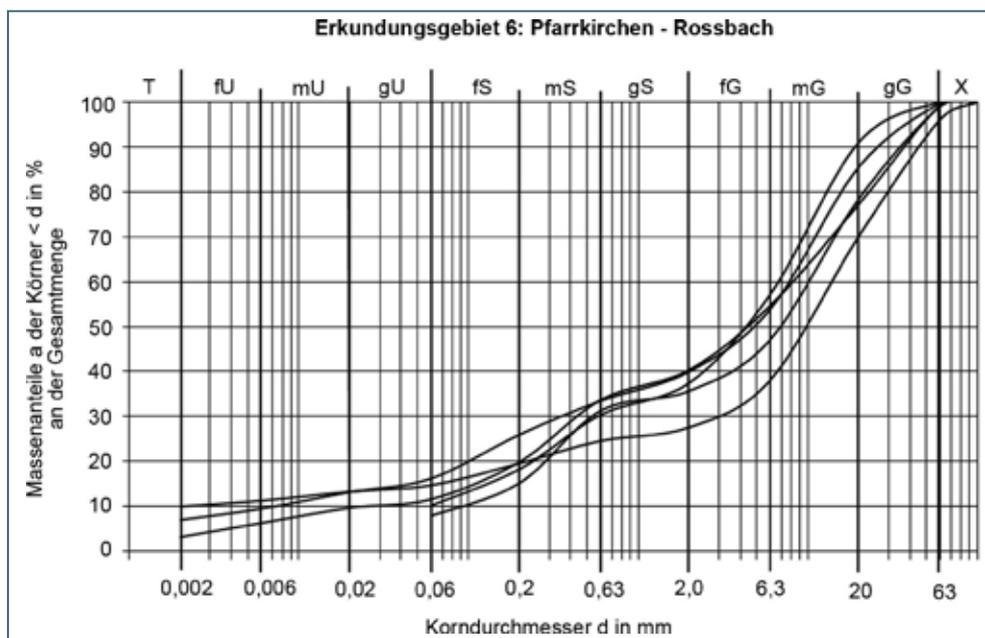


Abb. 7-39: Kornverteilung der untersuchten Kiese der Bohrung Q 33 und aus den Kiesgruben Nr. 78 Eklhub und Nr. 83 Sandberg im Erkundungsgebiet 6.

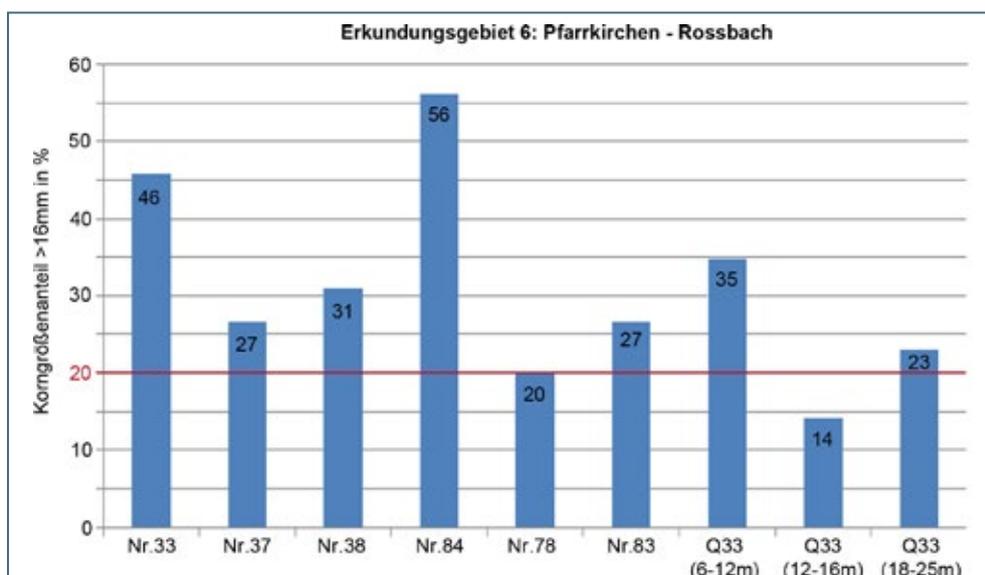


Abb. 7-40: Gewichtsprozent der Kornanteile > 16 mm. Rote Linie: Rentabilitätsgrenze (20 %)

Die Korngrößenanteile > 16 mm der untersuchten Proben liegen meist deutlich über 20 % (Abb. 7-40). Dieses Ergebnis zeigt tendenziell, dass die Proben mit über 10 % Grobkies mehr als 20 % Korngrößenanteil > 16 mm erbringen. Liegt der Grobkiesanteil der Gesamtprobe unter 10 %, sind weniger als 20 % des Korngrößenanteils > 16 mm zu erwarten (vergleiche Abb. 7-39 und Abb. 7-40).

Die Kieskomponenten bestehen in der Regel zu über 90 % aus Quarzgeröllen. Gelegentlich kommen Tonstein-, Sandstein- und Konglomeratgerölle vor. Teilweise können bis zu 10 % Kristallingerölle enthalten sein.

### Chemische Untersuchungen

Chemische Vollanalysen der Quarzrestschotter wurden im Erkundungsgebiet 6 an 13 Kiesproben durchgeführt. Die Proben wurden vor allem aus Gewinnungsstellen entnommen, aus der Erkundungsbohrung Q 33 wurden drei Kiesproben untersucht (Tab. 7-6). Ergänzend wurden einige dieser Proben halbquantitativ chemisch analysiert (siehe Kap. 6). Beim Vergleich der Ergebnisse sind die Erläuterungen unter Kap. 6.3.2 zu berücksichtigen.

Tab. 7-6: Übersicht der chemisch untersuchten Proben in Erkundungsgebiet 6

VA: Vollanalyse, hier als Mittelwerte aus mehreren Analysen, hqA: halbquantitative Analyse

Bohrung oder Kiesgrube	Probe	Entnahmetiefe [m]	Unters.- Methode	SiO <sub>2</sub> (M.-%)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (M.-%)	CaO (M.-%)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (M.-%)	TiO <sub>2</sub> (M.-%)	
				Standardanforderungen	> 99,6	≤ 0,20	≤ 0,005	≤ 0,05	≤ 0,008
				Mindestanforderungen	> 99,4	≤ 0,45	≤ 0,030	≤ 0,09	≤ 0,015
Q 33 Schlott	Q 33/K1	6,0 - 12,4	VA	99,2	0,51	0,013	0,18	0,028	
			hqA	99,3	0,49	0,005	0,17	0,014	
	Q 33/K2	12,4 - 15,8	VA	98,8	0,37	0,008	0,10	0,028	
			hqA	99,5	0,36	0,003	0,09	0,011	
	Q 33/K3	18,1 - 24,6	VA	98,7	0,33	0,020	0,09	0,020	
			hqA	99,6	0,33	0,004	0,09	0,010	
Nr. 30 Kraham	MS-7443/6	ø-Wert	VA	96,1	1,43	0,006	0,26	0,033	
Nr. 33 Haselbach	MS-7443/1	2,0 - 6,0	VA	98,0	0,81	0,011	0,17	0,026	
Nr. 37 Schornbach	MS-7443/2	4,0 - 7,0	VA	98,5	0,58	<NWG	0,18	<NWG	
Nr. 38 Kudlhub	MS-7443/4	4,0 - 15,0	VA	98,0	0,64	<NWG	0,17	<NWG	
Nr. 40 Furth	MS-7443/5	3,0 - 4,5	VA	98,2	0,64	0,040	0,35	<NWG	
Nr. 78 Eklhub 2	MS-7542/2	1,5 - 3,0	VA	98,5	0,49	0,012	0,08	0,039	
			hqA	99,6	0,36	0,003	0,06	0,008	
Nr. 79 Eklhub 1	MS-7542/3	ø-Wert	VA	98,1	0,53	<NWG	0,23	<NWG	
			hqA	99,2	0,60	0,003	0,17	0,013	
Nr. 80 Hebertsfelden 1	MS-7542/4	2,5 - 3,5	VA	97,8	0,43	0,013	0,09	0,010	
			hqA	99,5	0,40	0,003	0,08	0,009	
Nr. 81 Hebertsfelden 2	MS-7542/6	3,5 - 6,0	VA	98,3	0,55	<NWG	0,25	<NWG	
			hqA	99,2	0,52	0,087	0,16	0,009	
Nr. 84 Kienbuch	MS-7543/1	2,0 - 5,0	VA	98,7	0,40	0,015	0,06	0,018	

Einen zusammenfassenden Überblick der analysierten Kiesproben gibt Abb. 7-41. Darin wird ersichtlich, dass der überwiegende Teil der Proben den Mindestanforderungen nicht entspricht. Besonders ausgeprägt ist in sehr vielen Proben ein zu hoher Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Gehalt.

Die Proben, die auf ein breiteres Spurenelementspektrum untersucht wurden, ergaben Nebenelement-Gehalte von maximal 0,2%.

Die Kiese des Erkundungsgebietes 6 zeigen die schlechtesten Ergebnisse im Bereich der Quarzrestschotter. Nur vereinzelt erfüllen sie die Mindestanforderungen der Siliziumindustrie. Die besten Werte wurden in den Kiesproben der Bohrung Q 33 zwischen 12 m und 25 m Tiefe sowie in den Kiesen der Gruben im SW dieses Erkundungsgebietes erzielt. Für einen potenziellen Abbau dieser

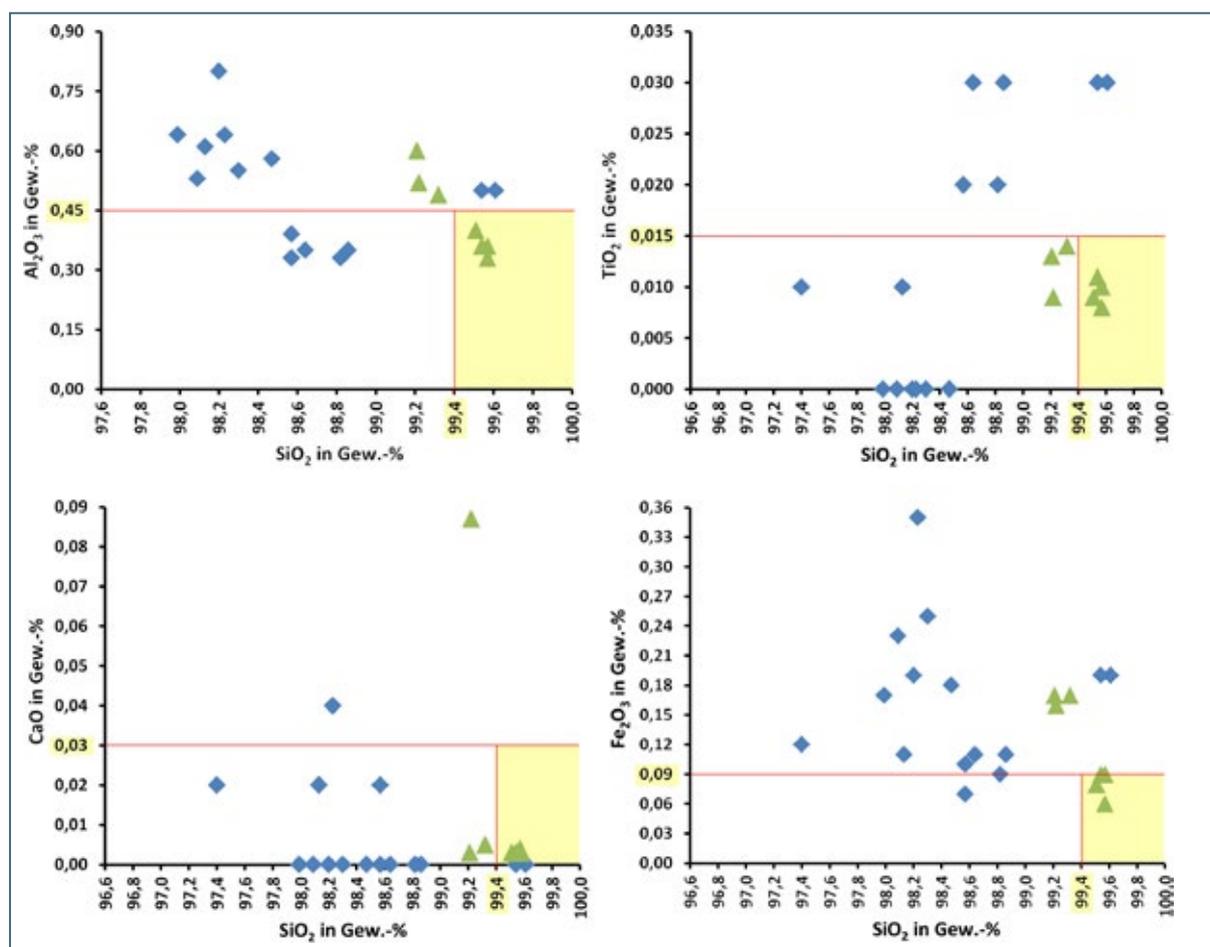


Abb. 7-41: Zusammenfassende Darstellung der chemischen Untersuchungsergebnisse aller Vollanalysen (blaue Rauten) und halbquantitativen Analysen (grüne Dreiecke) im Erkundungsgebiet 6

Kiese zur Nutzung als Rohstoff zur Rohsiliziumherstellung sollten hier engräumigere Beprobungen und Untersuchungen durchgeführt werden.

Die analysierten Quarzrestschotter-Proben aus dem nördlichen Teil des Untersuchungsgebietes 6 sind als Quarzrohstoff ungeeignet. Sie erfüllen nicht die Anforderungen der Industrie.

Auf die Ausweisung einer Rohstoffpotenzialfläche im Erkundungsgebiet 6 wurde wegen der nur mäßig guten chemischen Ergebnisse und des oben erwähnten weiteren Untersuchungsbedarfs verzichtet.

### 7.3 Ortenburger Schotter

Im Erkundungsgebiet 7 wurden die tertiären Lockergesteine auf abbauwürdige Kiese in den Ortenburger Schottern untersucht. Ortenburger Schottern mit potenziellen Vorkommen von Kiesen > 16 mm sind im Untersuchungsgebiet südlich der Donau und Vils verbreitet und gut aufgeschlossen (siehe Abb. 2-1).

### 7.3.1 Erkundungsgebiet 7: Ortenburg – Aldersbach

Im östlichen und nördlichen Umfeld des Ortes Ortenburg wurden 22 Kiesgruben befahren (Abb. 7-42) und einige davon beprobt. In mehr als einem Dutzend Gruben wird derzeit der Ortenburger Schotter abgebaut.

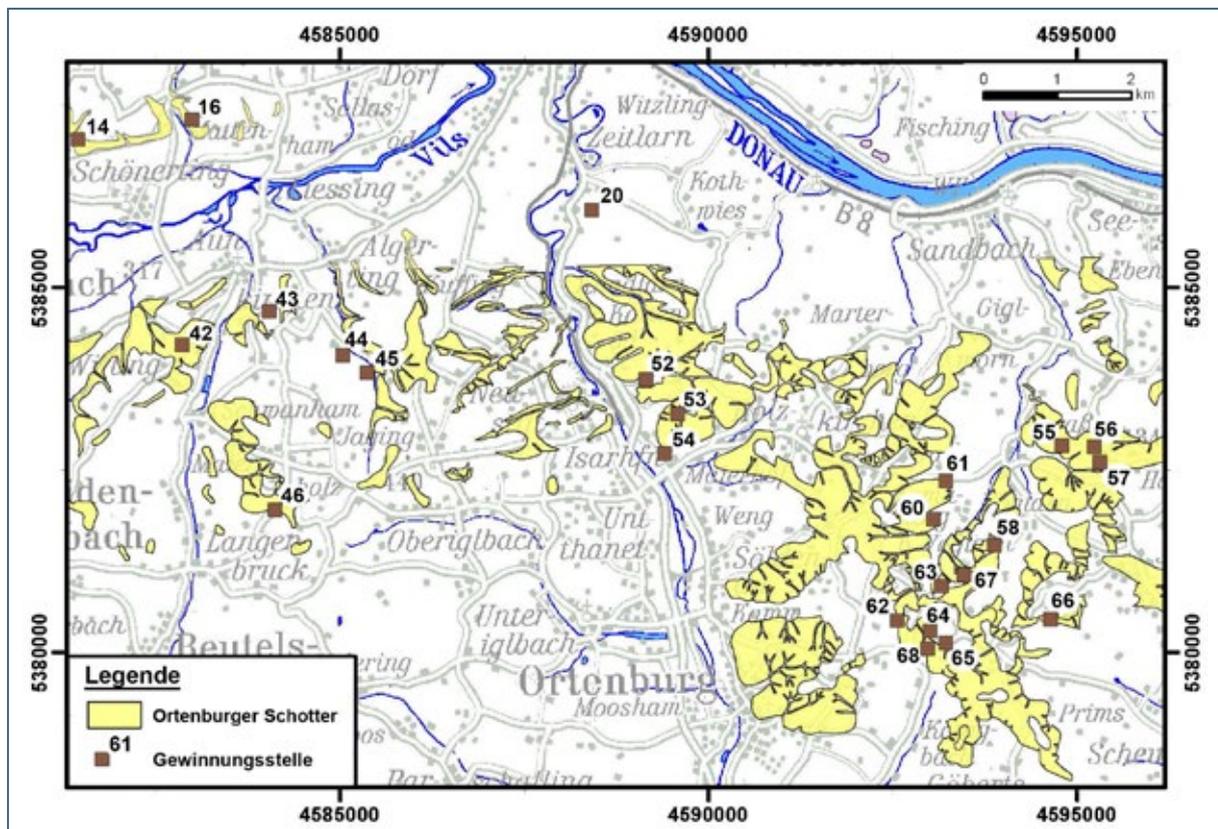


Abb. 7-42: Erkundungsgebiet 7: Ortenburg – Aldersbach

#### Verbreitung und Mächtigkeit

Die Ortenburger Schotter sind im Erkundungsgebiet flächenhaft verbreitet. Mächtigkeiten und Höhenlagen der Kiesvorkommen können jedoch auf sehr engem Raum stark variieren. Ursache hierfür ist die Bruchtektonik im Umfeld des Donaurandbruches (siehe Kap. 4.1).

Nördlich der Vils, in der Kiesgrube Nr. 14 Schönerting, konnte für die Ortenburger Schotter eine Gesamtmächtigkeit von ca. 30 m ermittelt werden, da im Aufschlussprofil deren Ober- und Untergrenze anstehen. In allen anderen befahrenen Kies- und Sandgruben war die Ober- und Untergrenze nicht gleichzeitig zu fassen, so dass immer nur eine Teilmächtigkeit angegeben werden kann.

Im Erkundungsgebiet können drei Bereiche angegeben werden in denen die Ortenburger Schotter in unterschiedlichen Höhenlagen anstehen:

Nördlich des Vilstals konnten durch die Gruben Nr. 14 Schönerting und Nr. 16 Dirnberg die Schotter im Höheniveau zwischen 295 mNN und ca. 350 mNN erfasst werden (Abb. 7-43).

Im Bereich südlich der Vils bis zum Wolfachtal, das im Erkundungsgebiet zwischen Ortenburg und Vilshofen etwa N-S verläuft, wurde entsprechend den Aufschlüssen in den Kiesgruben Nr. 42 bis 46,

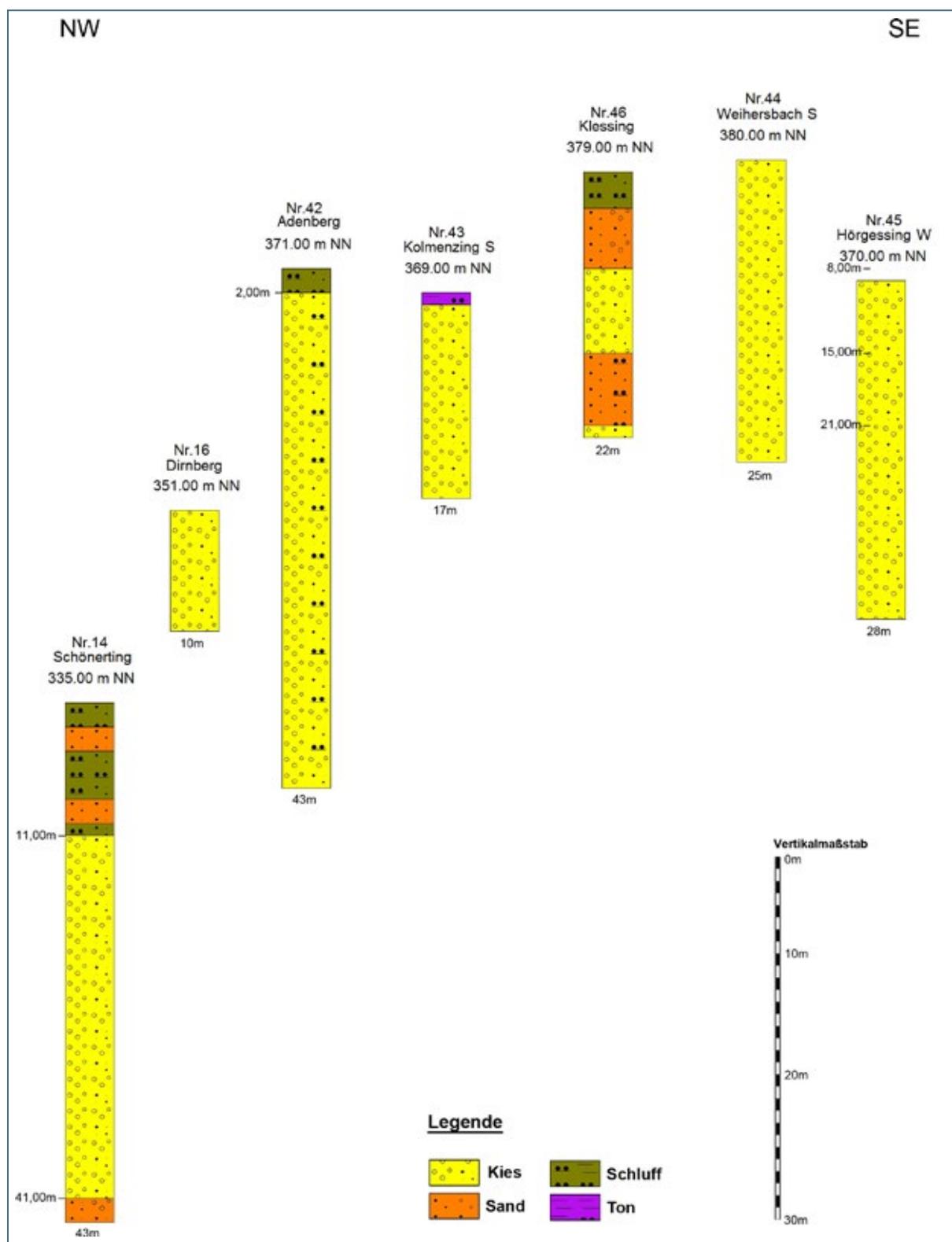


Abb. 7-43: Profilschnitt durch mehrere Kies- und Sandgruben zwischen nördlich und südlich der Vils .  
mNN = Meter über Normal Null

eine Höhenlage zwischen 328 mNN und 380 mNN ermittelt. Die Teilmächtigkeiten schwanken innerhalb dieser Höhenlagen zwischen 17 m (Nr. 43 Kolmenzing S) und 42 m (Nr. 42 Adenberg). Überdeckungen der Ortenburger Schotter bilden hier maximal 2 m mächtige Schluffschichten (Abb. 7-43).

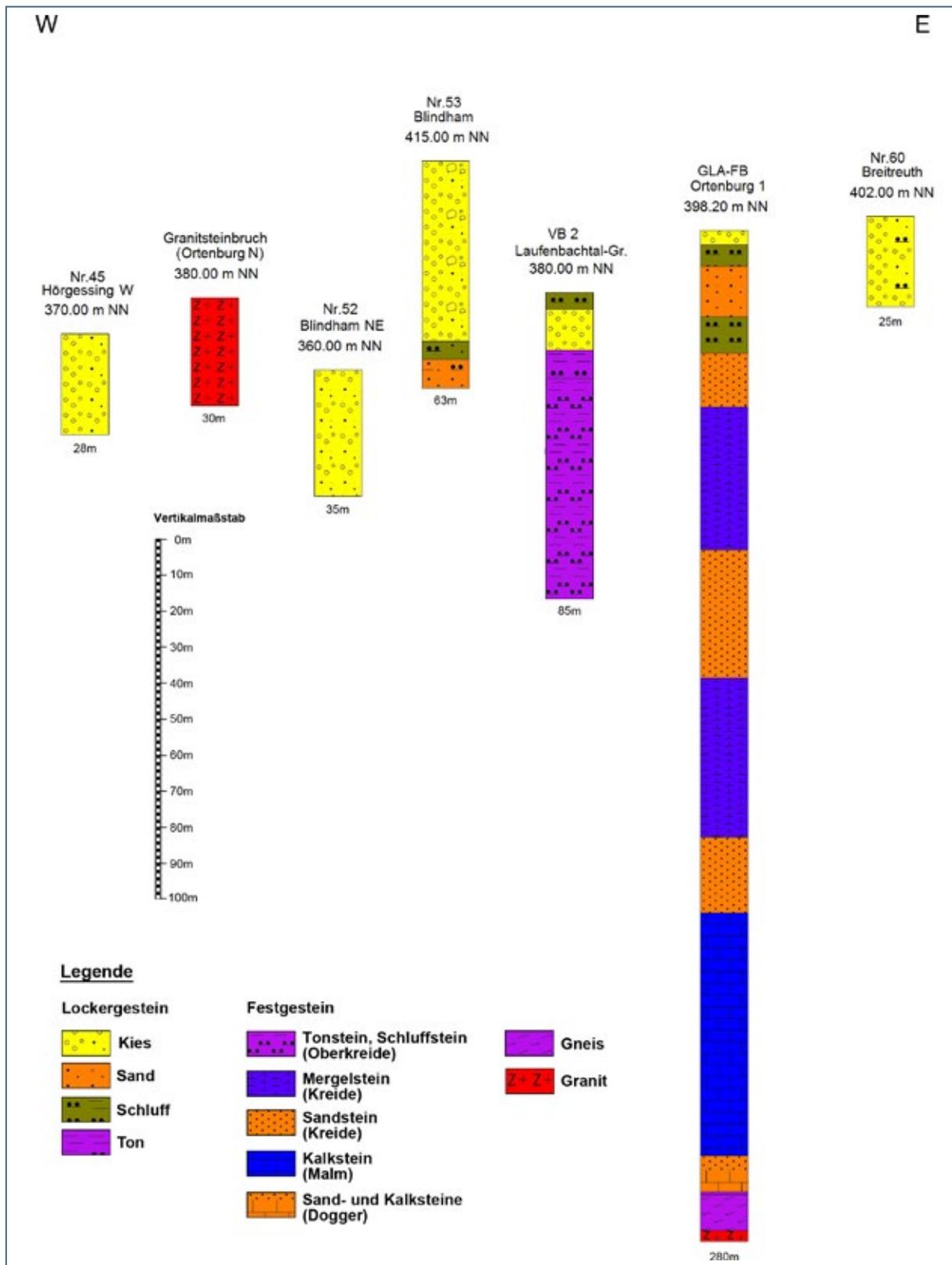


Abb. 7-44: Profilschnitt westlich bis östlich Ortenburg durch das N-S verlaufende Wolfachtal mit vier Gewinnungsstellen, zwei älteren Forschungsbohrungen und dem Ortenburger Granitsteinbruch im Erkundungsgebiet 7. mNN = Meter über Normal Null, ET = Endteufe

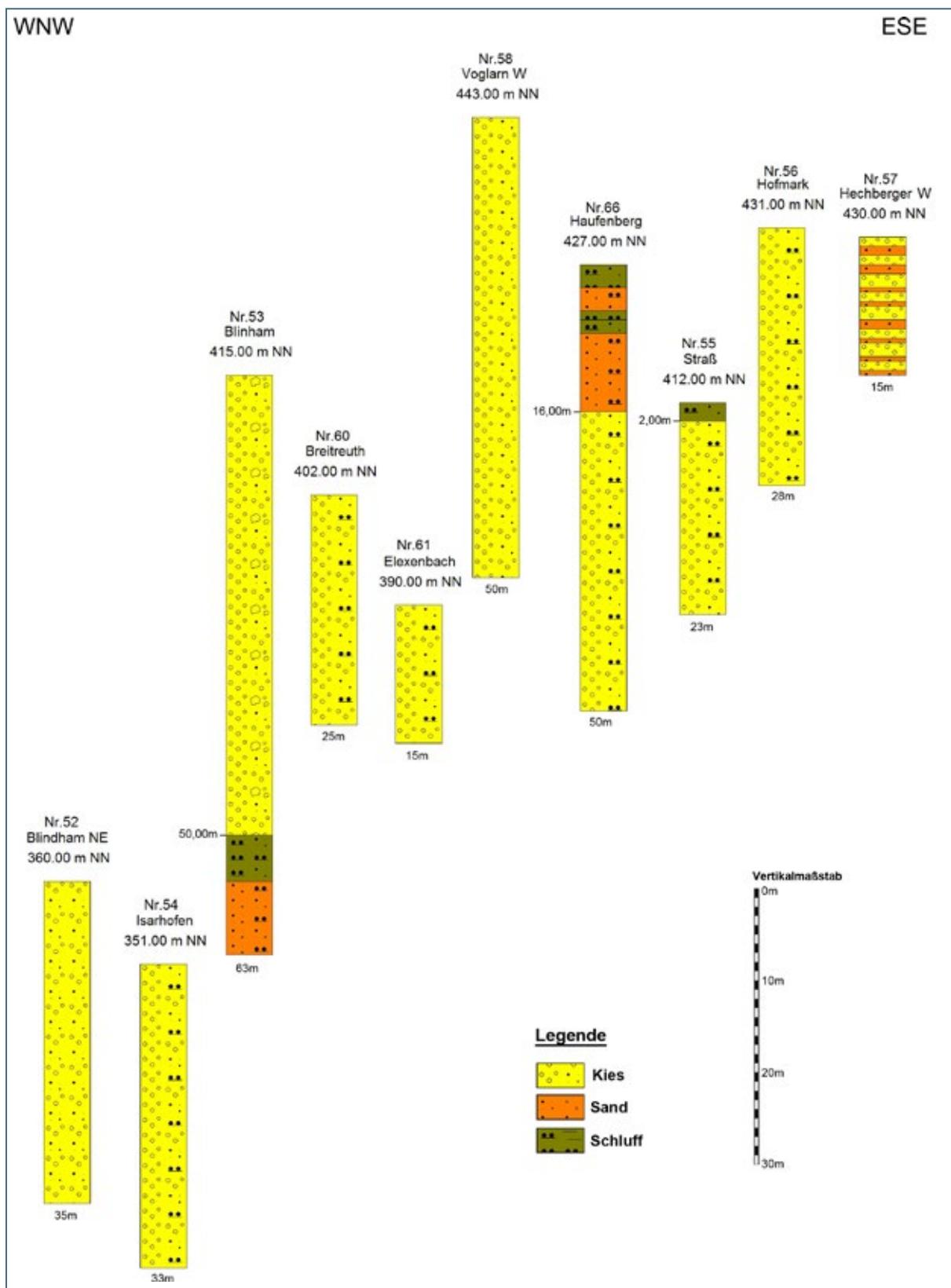


Abb. 7-45: Profilschnitt durch mehrere Kies- und Sandgruben östlich von Ortenburg.  
mNN = Meter über Normal Null

Östlich des Wolfachtales streichen die Ortenburger Schotter über größere Flächen obertägig aus. Sie sind hier in einem Höhengniveau von 318 mNN und 443 mNN anzutreffen. Der Grund für diesen großen Schwankungsbereich von 125 m ist eine im Wolfachtal etwa N-S verlaufende Störung, an der die Abfolgen mindestens einige 10er Meter vertikal versetzt wurden. So wird auf gleicher Höhe westlich des Wolfachtales bei Neustift variszischer Granit und östlich des Tals in der Kiesgrube Nr. 52 NE Blindham tertiärer Ortenburger Schotter abgebaut (Abb. 7-44).

Versetzte Parallelstörungen verursachten im gesamten Bereich weitere, in den tertiären Abfolgen nicht immer sofort zu erkennende Vertikalversätze, die aber aufgrund des großen Schwankungsbereiches des Höhengniveaus der Ortenburger Schotter evident sind. Die ermittelten Teilmächtigkeiten in den östlich des Wolfachtales befahrenen Kiesgruben betragen 15 m bis 50 m (Abb. 7-45). Hier kann eine mittlere Mächtigkeit von 30 m angegeben werden.

Eine Überlagerung der Ortenburger Schotter mit jüngeren Sedimenten ist nur an wenigen Stellen zu beobachten. So werden sie beispielsweise in der Grube Nr. 55 Straß von 2 m mächtigen pleistozänen Schluffen und in der Grube Nr. 66 Haufenberg von einer 13 m mächtigen Sand-Schluff-Wechselfolge der Oberen Süßwassermolasse überdeckt, auf der ihrerseits 2,5 m mächtige pleistozäne Schluffen liegen.

### Korngrößenspektrum und Petrographie

Die Kornverteilungskurven der 3 untersuchten Kiese aus den Ortenburger Schottern zeigen einen ähnlichen Verlauf (Abb. 7-46). In den Proben wurde ein Gesamt-Kiesgehalt zwischen 60 % und 77 % ermittelt. Hierbei dominiert der Anteil an Mittelkies mit durchschnittlich 40 % der Gesamtprobe. Der Sandanteil beträgt in den Ortenburger Schottern durchschnittlich 28 %. Schluff- und Tonanteile sind mit maximal 3 % zu vernachlässigen. Steine sind nicht enthalten.

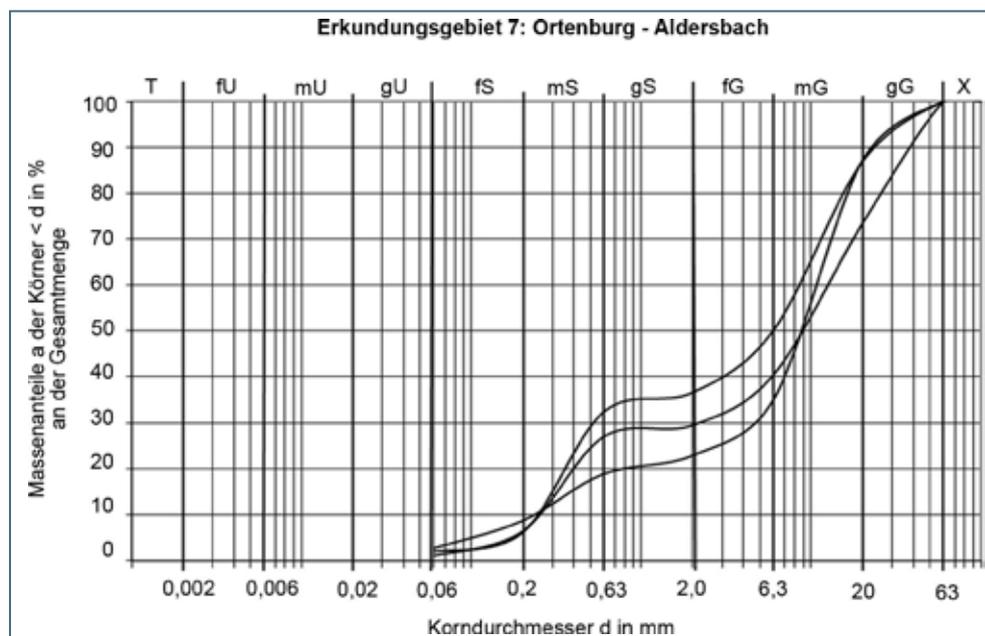


Abb. 7-46: Kornverteilung der untersuchten Kiese der Kiesgruben Nr. 45 Hörgegging W, Nr. 58 Voglarn W und Nr. 60 Breitreuth im Erkundungsgebiet 7.

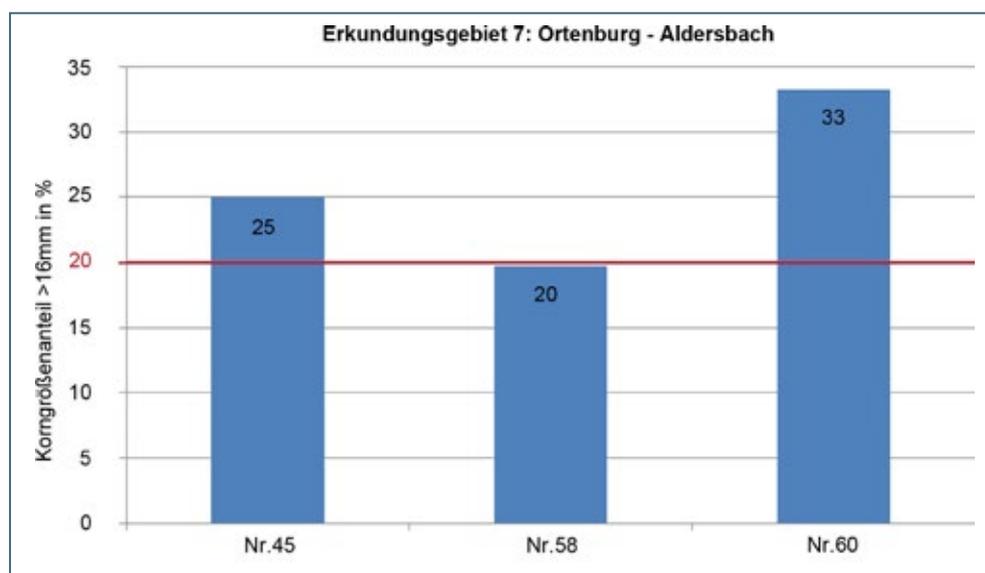


Abb. 7-47: Gewichtsprozent der Kornanteile > 16 mm. Rote Linie: Rentabilitätsgrenze (20 %)

Obwohl in den Ortenburger Schottern die Mittelkiese dominieren, der Grobkiesanteil jedoch über 10 % liegt und der Feinkornanteil mit maximal 3 % zu vernachlässigen ist, liegen auch die Korngrößenanteile > 16 mm meist über 20 %. Nur in der Kiesgrube Nr. 58 Voglarn W liegt dieser Anteil mit 19,7 % knapp an der 20 %-Linie (Abb. 7-47).

Die Kieskomponenten der Ortenburger Schotter weisen fast durchgängig Quarzgeröllanteile unter 90 % bzw. durchschnittlich um 80 % auf. Der Anteil an Kristallingeröllen liegt in den untersuchten Proben zwischen 8 % und 14 %. Hierzu kommen geringe Anteile an Tonstein-, Sandstein- und Konglomeratgeröllen, vereinzelt auch an Lyditen.

### Chemische Untersuchungen

Chemische Vollanalysen der Ortenburger Schotter wurden im Erkundungsgebiet 7 an sechs Kiesproben durchgeführt, die jeweils aus verschiedenen Gewinnungsstellen entnommen wurden (Tab. 7-7). Für die chemischen Analysen aller sechs Kiesproben wurde nur das Korngrößenspektrum > 16 mm berücksichtigt. Bis auf die Grube Nr. 45 Hörgessing W, wurden die Proben den Haufwerken mit Korngrößen > 16 mm entnommen. Somit repräsentieren die Kiese als Mischproben einen Querschnitt aus der jeweiligen Gewinnungsstelle.

Tab. 7-7: Übersicht der chemisch untersuchten Proben in Erkundungsgebiet 7

VA: Vollanalyse, hier als Mittelwerte aus mehreren Analysen

Bohrung oder Kiesgrube	Probe	Entnahmetiefe [m]	Unters.- Methode	SiO <sub>2</sub> (M.-%)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (M.-%)	CaO (M.-%)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (M.-%)	TiO <sub>2</sub> (M.-%)	
				Standardanforderungen	> 99,6	≤ 0,20	≤ 0,005	≤ 0,05	≤ 0,008
				Mindestanforderungen	> 99,4	≤ 0,45	≤ 0,030	≤ 0,09	≤ 0,015
Nr. 14 Schönerting	MS-7344/1	Haufwerk	VA	95,6	1,57	0,200	0,46	0,060	
Nr. 45 Hörgessing	MS-7444/3	23,0 - 28,0	VA	95,3	1,91	0,110	0,37	0,050	
Nr. 57 Hechberger	MS-7445/6	Haufwerk	VA	96,4	1,31	0,080	0,26	0,040	
Nr. 58 Voglarn W	MS-7445/5	Haufwerk	VA	96,5	1,53	<NWG	0,29	<NWG	
Nr. 60 Breitreuth	MS-7445/3	Haufwerk	VA	94,8	2,11	0,180	0,41	0,060	
Nr. 63 Schwiewag	MS-7445/1	σ-Wert	VA	96,8	1,39	<NWG	0,25	0,050	

Die Ergebnisse der chemischen Analysen zeigen, dass keine der untersuchten Kiesproben aus den Ortenburger Schottern zur Rohsiliziumherstellung geeignet ist. Bei den rohstoffrelevanten Elementen  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  und  $\text{TiO}_2$  entspricht keine Probe den Mindestanforderungswerten (Tab. 7-7 und Abb. 7-48). Für eine potenzielle Verwendung als Quarzrohstoff sollte dennoch geprüft werden, ob durch Aussortierung der kristallinen und anderen Fremdkomponenten eine bessere Anreicherung der Quarzkomponenten und somit auch eine brauchbare chemische Zusammensetzung erreicht werden kann.

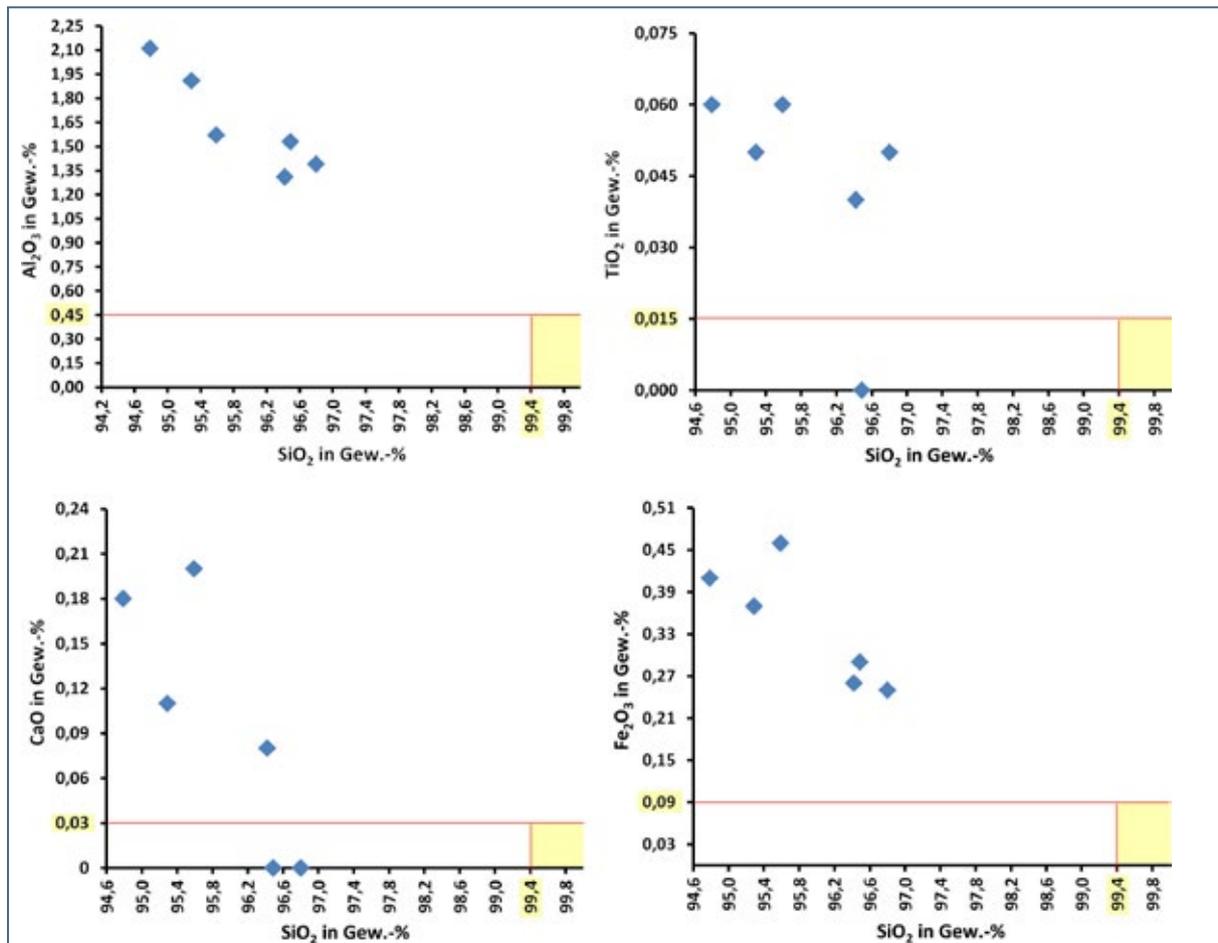


Abb. 7-48: Zusammenfassende Darstellung der Untersuchungsergebnisse aller durchgeführten Vollanalysen (blaue Rauten) des Erkundungsgebietes 7.

## 8 Vorschläge für Rohstoffpotenzialflächen

Im Folgenden werden Vorschläge für Rohstoffpotenzialflächen hochwertiger Quarzkiese (markiert mit der Vollenfarbe gelb) im Untersuchungsgebiet gemacht. Berücksichtigt sind Quarzkiese, die im Wesentlichen den qualitativen Anforderungen dieses Rohstoffes entsprechen, eine wirtschaftliche Abbaumenge erwarten lassen und wo keine Überschneidungen mit konkurrierenden Flächennutzungen, wie ausgewiesene Landschafts-, Naturschutz- oder Wasserschutzgebiete vorliegen.

Entsprechend der Fläche und der durchschnittlichen Rohstoffmächtigkeit kann das gesamte Rohstoff-Volumen, die so genannte Kubatur der Lagerstätte, ermittelt werden. Zur Rohsiliziumherstellung sind erst Kiese mit einer Korngröße > 16 mm verwendbar (siehe Kap. 1 und Kap. 5.3.1); deshalb wurde zur Massenberechnung des Quarzkieses auch nur dieser Kiesanteil berücksichtigt. Errechnet wird die Masse aus dem Produkt des Volumenanteils der Körnung > 16 mm und einem überschlägig geschätzten Schüttgewicht dieses Korngrößenspektrums von 1,7 t/m<sup>3</sup> (das tatsächliche Schüttgewicht der trockenen Kiese > 16 mm ist nach KOENSLER (1989) von den Korneigenschaften der Komponenten wie beispielsweise Kornform und Kornoberfläche abhängig).

### 8.1 Rohstoffpotenzialflächen im Gebiet der Haarschedler Schotter

Im **Erkundungsgebiet 1** ist neben der zeitweise in Abbau befindlichen Grube Nr. 21 Socking E aktuell nur die Quarzkiesgrube Nr. 7 Jederschwing Ila in Betrieb (siehe Abb. 7-2). Hier werden Haarschedler Schotter im Trockenabbau gewonnen. Die abgeseibten und handsortierten Kiese der Korngrößen > 16 mm sind als Rohstoff für die Produktion von Rohsilizium geeignet. Das restliche Material findet in der Bauwirtschaft (v. a. im Bereich Transportbeton) Verwendung. Wie aus Abb. 7-2 ersichtlich, werden diese und weitere Abbaufächen im Umfeld bereits von ausgewiesenen Naturschutzgebieten teilweise oder vollständig tangiert. Erweiterungen außerhalb der Naturschutzflächen ergaben in vorliegender Erkundung keine wirtschaftlich bedeutenden Kiesvorkommen – siehe dazu auch den Profilschnitt in Abb. 7-3 unter Kap. 7.1.1.

Die Rohstoffpotenzialflächen Socking Nordost und Ost befinden sich nördlich der Autobahn BAB 3 im weiteren Umfeld der verfüllten Kies-Grube Socking Nr. 17 und der zeitweise in Abbau befindlichen Grube Socking E Nr. 21 (Abb. 8-1). Im direkt anschließenden Bereich der Gruben kann keine Rohstoffpotenzialfläche ausgewiesen werden, da dort ein größeres Gewerbegebiet in Planung ist. Die untersuchten Kiese der Grube Socking E entsprechen chemisch überwiegend den Mindest- und Standardanforderungen der Siliziumindustrie, der Kiesgrößen-Anteil > 16 mm liegt bei ca. 25 %. Die Überdeckung der Kiese ist gering.

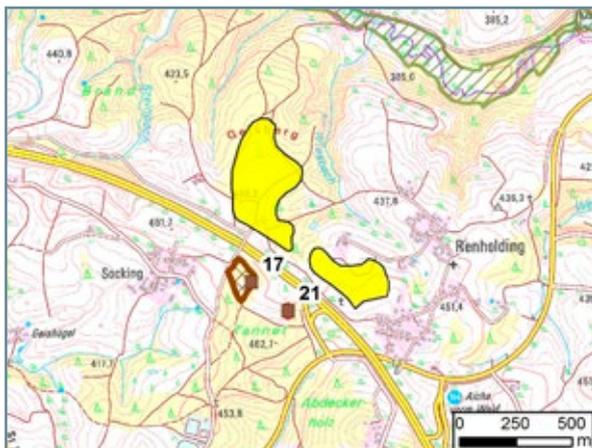


Abb. 8-1: Rohstoffpotenzialflächen Socking Nordost und Socking Ost

Fläche: ca. 16 ha  
 Abraummächtigkeit: 2 m  
 Durchschnittliche Rohstoffmächtigkeit: ca. 6 m  
 Anteil > 16 mm: ca. 25 %  
 Anteil Kubatur von Kiesen > 16 mm: 240.000 m<sup>3</sup>  
 Masse der Kiese > 16 mm: 408.000 t

Im **Erkundungsgebiet 3** konnte im Bereich der Erkundungsbohrung Q 30 eine Rohstoffpotenzialfläche in den Haarschedler Schottern ausgewiesen werden. Diese Fläche befindet sich nördlich von Passau zwischen der Donau und dem Ilztal. Nördlich und südlich der Bohrung Q 30 befinden sich noch im Abbau befindliche Kiesgruben, Nr. 24 und Nr. 25 (Abb. 8-2). Die Überdeckung der Kiese ist hier nur sehr gering und der Kiesgrößen-Anteil > 16 mm ist sehr hoch. Dieser schwankt zwischen 40 % bis 56 %. Chemisch entsprechen die untersuchten Kiese den Mindest- bis Standardanforderungen der Siliziumindustrie.

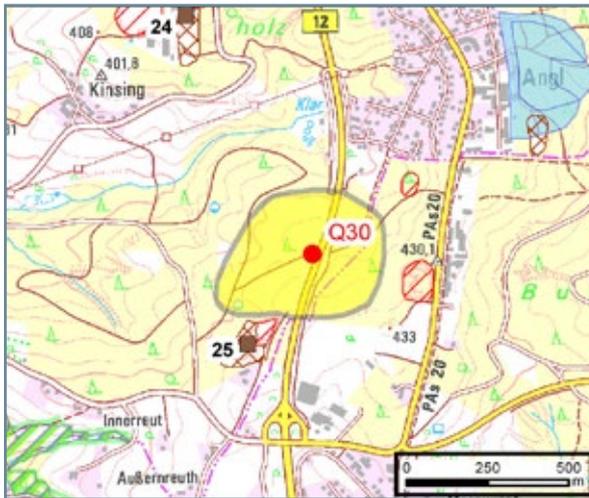


Abb. 8-2: Rohstoffpotenzialfläche Salzweg

Fläche: ca. 16 ha  
 Abraummächtigkeit: 2 m  
 Durchschnittliche Rohstoffmächtigkeit: ca. 9 m  
 Anteil > 16 mm: ca. 55 %  
 Anteil Kubatur von Kiesen > 16 mm: 790.000 m<sup>3</sup>  
 Masse der Kiese > 16 mm: 1.340.000 t

Eine weitere Rohstoffpotenzialfläche im Erkundungsgebiet 3 liegt südlich der Donau bzw. südwestlich Passau. Diese Fläche befindet sich im Umfeld der Erkundungsbohrung Q 31 und der ehemaligen Kies-Gruben Nr. 76 Königsdobl NE und Nr. 77 Fürstdobl, zwischen der BAB 3 im Westen und dem ausgewiesenen FFH-Gebiet „Östlicher Neuburger Wald und Innleiten bis Vornbach“ im Osten (Abb. 8-3). Die untersuchten Kiese der Bohrung Q 31 entsprechen chemisch überwiegend den Mindest- und Standardanforderungen der Siliziumindustrie, der Kiesgrößen-Anteil > 16 mm liegt über 20 %. Die Überdeckung der Kiese ist gering.

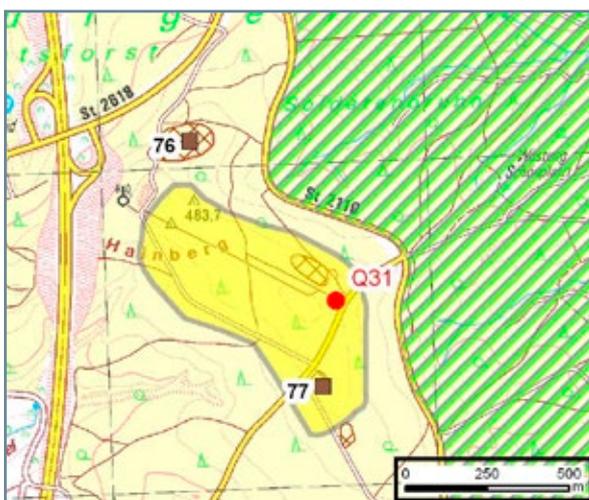


Abb. 8-3: Rohstoffpotenzialfläche Königsdobl

Fläche: ca. 30 ha  
 Abraummächtigkeit: 0,5 m  
 Durchschnittliche Rohstoffmächtigkeit: ca. 6 m  
 Anteil > 16 mm: ca. 33 %  
 Verwertbare Kubatur von Kiesen > 16 mm: 590.000 m<sup>3</sup>  
 Masse der Kiese > 16 mm: 1.000.000 t

## 8.2 Rohstoffpotenzialflächen im Gebiet der Quarzrestschotter

Im **Erkundungsgebiet 4** können zwei Rohstoffpotenzialflächen in den Quarzrestschottern ausgehalten werden. Eine dieser Flächen umfasst den Bereich südlich bis südöstlich der Kiesgrube Nr. 50 Amsham (Abb. 8-4). Obwohl hier eine häufige Wechsellagerung zwischen Sanden und Kiesen zu erwarten ist, wie in der Grube Amsham zu sehen, entsprechen die chemischen Analysen der Kiese überwiegend den Standardanforderungen der Siliziumindustrie. Der Kiesgrößen-Anteil > 16 mm beträgt 43 %.

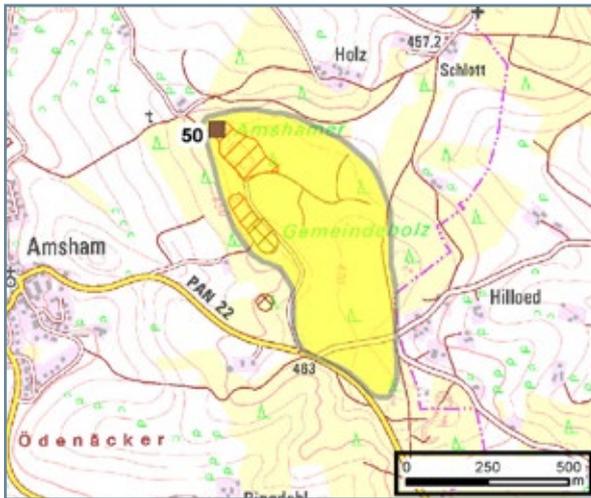


Abb. 8-4: Rohstoffpotenzialfläche Amsham

Fläche: ca. 30 ha  
 Abraummächtigkeit: 5 m  
 Durchschnittliche Rohstoffmächtigkeit: ca. 5 m  
 Anteil > 16 mm: ca. 43 %  
 Verwertbare Kubatur von Kiesen > 16 mm: 640.000 m<sup>3</sup>  
 Masse der Kiese > 16 mm: 1.080.000 t

Die zweite ausgewiesene Potenzialfläche im Erkundungsgebiet 4 befindet sich nordwestlich von Bad Birnbach, im Umfeld der Erkundungsbohrungen Q 14 und Q 15 sowie der ehemaligen Kiesgrube Nr.91 Kirchberg (Abb. 8-5). Die Quarzrestschotter wurden in den Bohrungen bis zu einer Tiefe von 40 m erschlossen. Wobei ab einer Tiefe von ca. 10 m, wie in Q 15 gezeigt, immer wieder mächtigere Sandlagen bis zu 5m zwischengeschaltet sein können. Bis 10 m Tiefe dominieren Kiese mit nur geringer bis keiner Überdeckung. Des Weiteren entsprechen die Kiese aus den oberen 10 m weitestgehend den chemischen Mindestanforderungen der Industrie. Der Korngrößenanteil > 16 mm liegt im Durchschnitt bei 21 %.

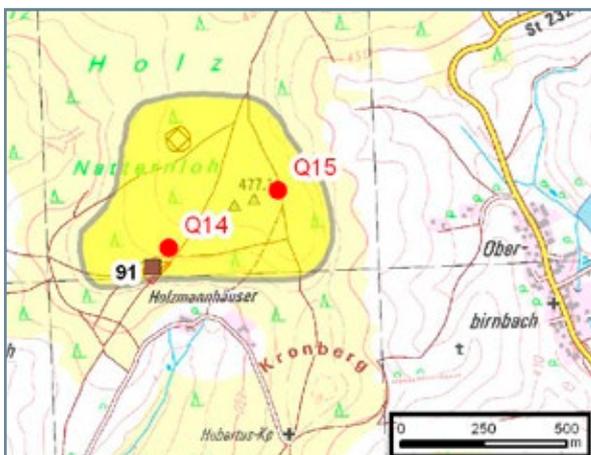


Abb. 8-5: Rohstoffpotenzialfläche Tattenbacher Holz

Fläche: ca. 34 ha  
 Abraummächtigkeit: 0,5-3,5 m  
 Durchschnittliche Rohstoffmächtigkeit: ca. 6 m  
 Anteil > 16mm: ca. 20 %  
 Verwertbare Kubatur von Kiesen > 16mm: 408.000 m<sup>3</sup>  
 Masse der Kiese > 16mm: 693.000 t

Im **Erkundungsgebiet 5** können drei größere Rohstoffpotenzialflächen ausgehalten werden. Zwei davon nördlich Kößlarn, im Bereich der Bohrungen Q22 und Q23 (Abb. 8-6) sowie im Bereich der ehemaligen Kiesgrube Nr. 107 Griesingsreith, weit von Kößlarn (Abb. 8-7). Eine weitere Fläche umfasst das Umfeld der Bohrungen Q34 und Q35 (Abb. 8-8), zwischen Stubenberg und Kößlarn (Übersichtskarte s. Abb. 7-27 in Kap. 7.2.2). In allen drei Gebieten werden die Quarzrestschotter nur von geringmächtigen Schluffschichten, maximal 1,6 m in Q34, überdeckt. Bis in ca. 20 m Tiefe ist der Anteil der Korngrößen > 16 mm in diesen Gebieten deutlich höher als die geforderten 20 %. Durchschnittlich beträgt er 40 %. Die von der Industrie geforderten Mindestanforderungen der chemischen Zusammensetzung werden weitestgehend erfüllt. In diesen Gebieten kann die Zusammensetzung allerdings sowohl horizontal als auch vertikal recht stark variieren. Trotz guter quantitativer Ergebnisse dieser Kieslagen erfordert eine potenzielle Rohstofferschließung von hochwertigen Quarzkiesen einen weiteren detaillierteren qualitativen Untersuchungsumfang.

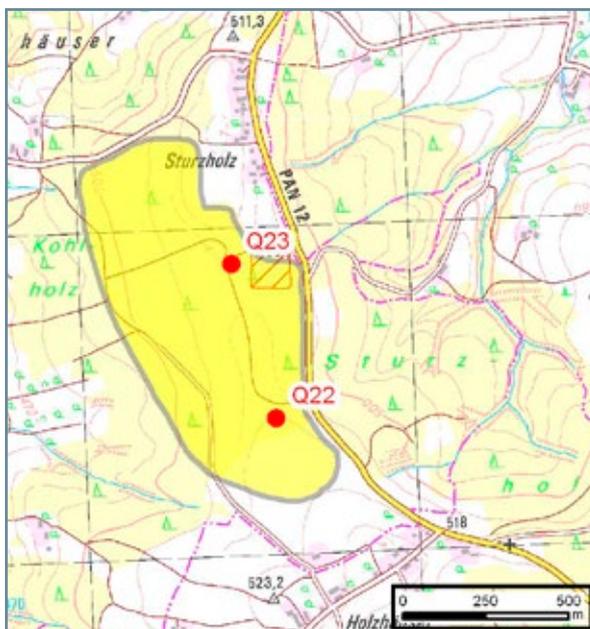


Abb. 8-6: Rohstoffpotenzialfläche Sturzholz

Fläche: ca. 49 ha  
 Abraummächtigkeit: 2,5 m  
 Durchschnittliche Rohstoffmächtigkeit: ca. 7 m  
 Anteil > 16mm: ca. 30 %  
 Verwertbare Kubatur von Kiesen > 16mm: 1.020.000 m<sup>3</sup>  
 Masse der Kiese > 16mm: 1.734.000 t

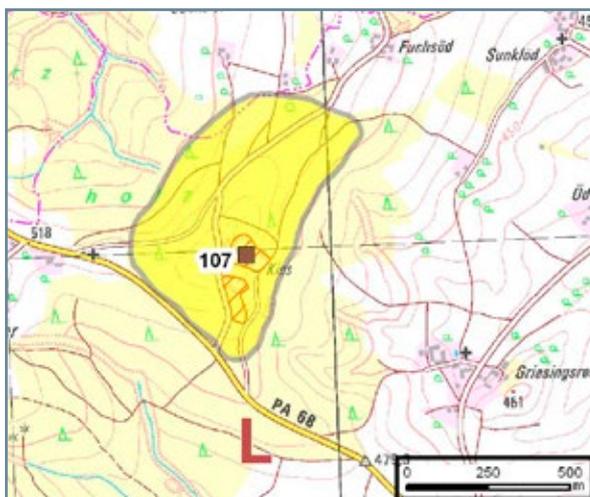


Abb. 8-7: Rohstoffpotenzialfläche Kößlarn

Fläche: ca. 30 ha  
 Abraummächtigkeit: 2 m  
 Durchschnittliche Rohstoffmächtigkeit: ca. 8 m  
 Anteil > 16mm: ca. 30 %  
 Verwertbare Kubatur von Kiesen > 16mm: 720.000 m<sup>3</sup>  
 Masse der Kiese > 16mm: 1.200.000 t

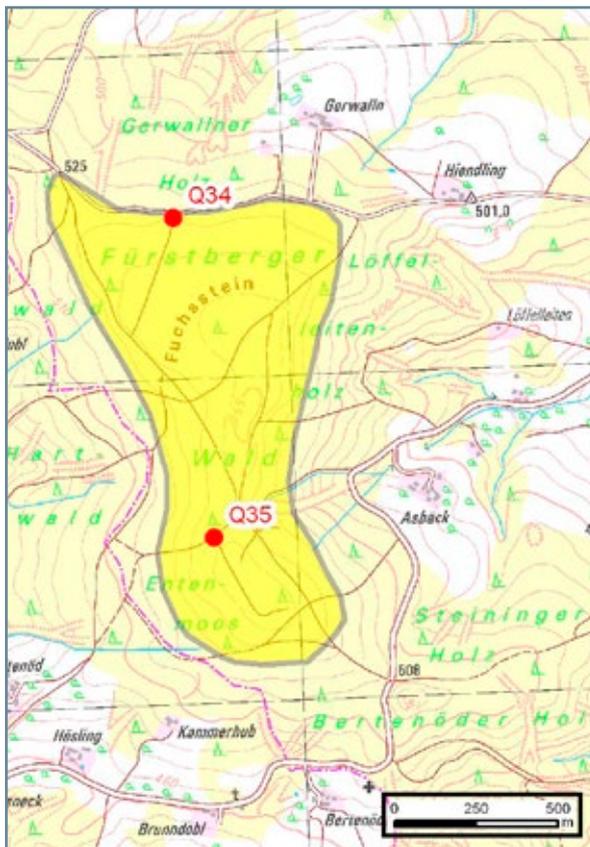


Abb. 8-8: Rohstoffpotenzialfläche Fürstberger Wald

Fläche: ca. 75 ha  
 Abraummächtigkeit: 2 m  
 Durchschnittliche Rohstoffmächtigkeit: ca. 10 m  
 Anteil > 16mm: ca. 35 %  
 Verwertbare Kubatur von Kiesen > 16mm: 2.620.000 m<sup>3</sup>  
 Masse der Kiese > 16mm: 4.454.000 t

## 9 Zusammenfassende Bewertung

Nach umfangreichen Prospektionsarbeiten und Laboruntersuchungen kann mit dieser Studie eine umfassende Potenzialdarstellung der für die Siliziumindustrie geeigneten Quarzkiesvorkommen im süd-östlichen Niederbayern gegeben werden. Untersucht wurden drei tertiäre Kieshorizonte: Im NE des 2.000 km<sup>2</sup> großen Arbeitsgebietes die Haarschedler Schotter, im SW die Quarzrestschotter und im mittleren Bereich ein kleineres Vorkommen von Ortenburger Schottern.

Die Verbreitung und Mächtigkeit der Kiese ergab ein sehr differenziertes Bild. So beschränkt sich die horizontale Ausdehnung der Haarschedler Schotter auf vorwiegend kleine isolierte Flächen von 10 bis 60 ha Größe. Die Mächtigkeit dieser Horizonte variiert zwischen 0,3 bis > 20 m und sie sind fast immer durch Sand-, Schluff- und Tonzwischenlagen unterbrochen. Etwas ausgedehntere Areale und größere Mächtigkeiten zeigen die Vorkommen der Quarzrestschotter und der Ortenburger Schotter. Auch hier sind Wechsellagerungen mit unterschiedlich mächtigen Sand-, Schluff- und Tonhorizonten die Regel. Allen Kiesvorkommen gemeinsam ist das sehr starke Variieren ihrer Höhenlagen. Echte zusammenhängende Kies-Horizonte und -Mächtigkeiten auf gleichbleibender Höhe können nirgendwo ausgehalten werden.

Die Kiesfraktionen sowie die enthaltenen Stein-, Sand- und Feinanteile unterscheiden sich bei den drei untersuchten Kieshorizonten zum Teil recht deutlich. Während die Haarschedler Schotter überwiegend aus Grobkiesen mit Steinanteilen bis zu 16 % bestehen, repräsentieren die Quarzrestschotter vorwiegend Mittelkiese, teilweise auch Grobkiese ohne wesentliche Gehalte an Steinen. Sand- und Feinkornanteile variieren in den Haarschedler Schottern und Quarzrestschottern, wobei der Sandgehalt im Durchschnitt meist 25 % beträgt. Die Ortenburger Schotter bestehen aus Mittelkiesen, die keine Steine und nur sehr geringe Feinkornanteile enthalten.

Der für die Verarbeitung für Rohsilizium wichtige Korngrößenanteil > 16 mm ist in den Ortenburger Schottern mit 20 bis 30 % am geringsten, in den Haarschedler Schottern mit mehr als 50 % am höchsten. Die Quarzrestschotter enthalten durchschnittlich 40 % Kornanteil > 16 mm.

Der ebenso für die Herstellung von Rohsilizium bedeutende Anteil an Fremdkomponenten in den Quarzkiesen ist in den Ortenburger Schottern mit überwiegend 20 % am höchsten. Auch die Haarschedler Schotter können vereinzelt bis zu 20 % verunreinigende Fremdkomponenten enthalten. In den Quarzrestschottern wurde dagegen nur selten ein Fremdkomponenten-Anteil bis maximal 10 % ermittelt.

Die Ergebnisse der chemischen Untersuchungen spiegeln einerseits die Menge an Fremdkomponenten, andererseits die Fremdeinschlüsse in den Quarzkomponenten wider. Im Zuge der Aufbereitung lassen sich bei groben Kiesen die Fremdkomponenten relativ einfach separieren (Handsortierung bzw. optisch-mechanische Sortierung). Die Abtrennung von Quarzkomponenten mit verunreinigenden Einschlüssen durch Handsortierung ist dagegen nur bedingt möglich.

Dementsprechend weisen die chemischen Untersuchungen der am wenigsten mit Fremdkomponenten beeinflussten Quarzrestschotter die besten Ergebnisse auf. Jedoch wurden auch hier in einigen Proben vor allem Eisen und Titan in nicht zu tolerierenden Größenordnungen ermittelt.

In den Haarschedler Schottern erfüllen einige Quarzkies-Proben die Mindestanforderungen der Siliziumindustrie. Jedoch ist weder horizontal noch vertikal eine gleichbleibend gute oder schlechte Qualität der Quarzkiese festzustellen.

Die Ortenburger Schotter sind aufgrund des vergleichsweise hohen Anteils an Fremdkomponenten im Bereich v. a. der Mittelkies-Größe nicht zur Rohsiliziumherstellung geeignet.

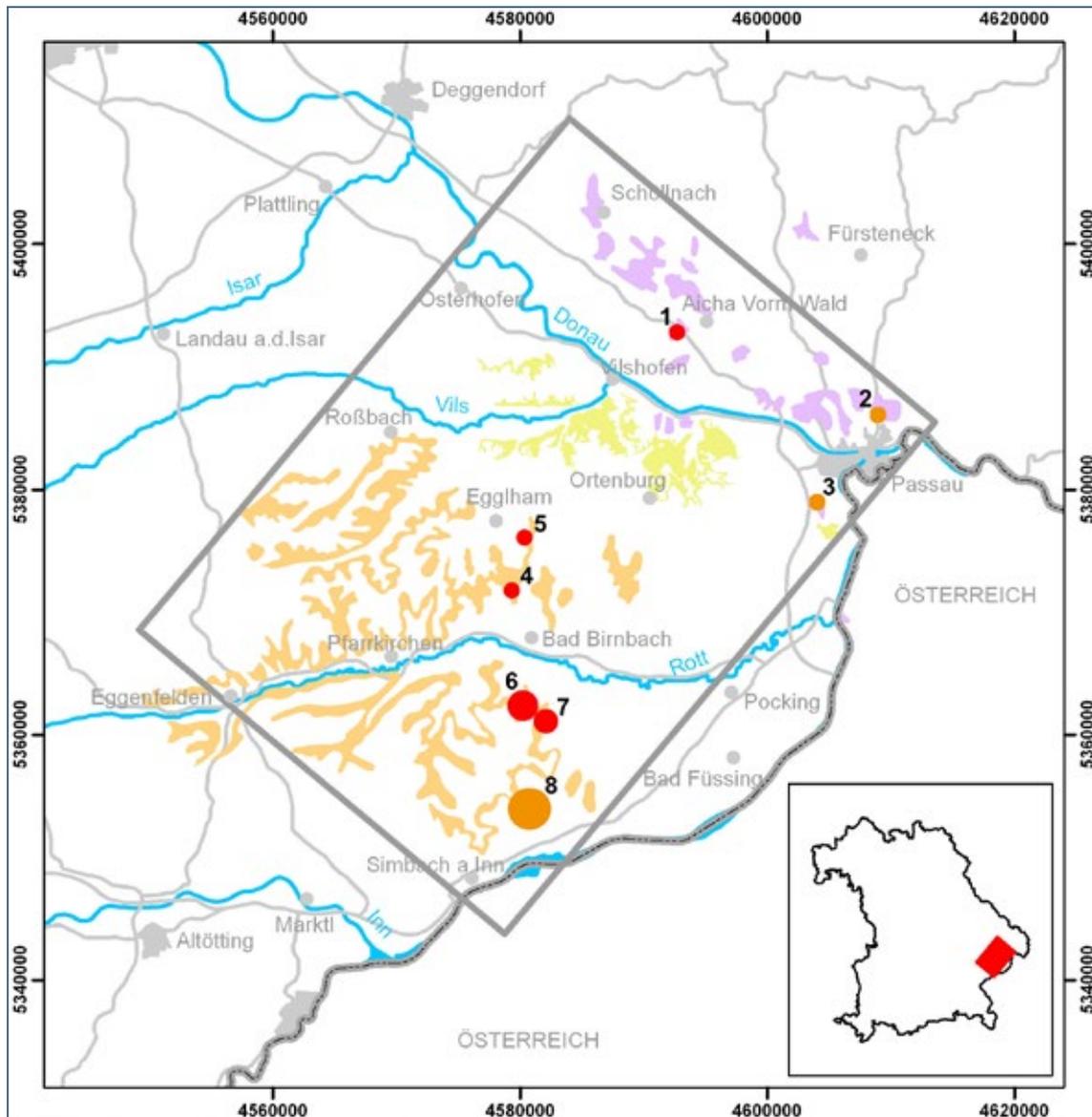


Abb. 9-1: Räumliche Übersicht der Rohstoffpotenzialflächen 1 bis 8. Rot markiert sind die Kiesvorkommen mit guter Qualität, in oranger Farbe markiert sind die Vorkommen mit ausreichender Qualität.

Im gesamten Arbeitsgebiet konnten unter Berücksichtigung der quantitativen und qualitativen Eignung der Kiese als Quarzrohstoff acht Rohstoffpotenzialflächen ausgehalten werden (Abb. 9-1). Drei davon im Bereich der Haarschedler Schotter mit einer Gesamtfläche von 62 ha sowie fünf im Verbreitungsgebiet der Quarzrestschotter mit einer Gesamtfläche von rund 218 ha. Die aus allen acht Flächen überschlägig berechneten Massen für die geeignete Kiesfraktion  $> 16$  mm ergeben eine Tonnage von ca. 11,9 Millionen Tonnen. Bei einer benötigten Jahrestonnage von 100.000 t (Daten von 2006, WEIDES 2009) an Quarzrohstoff des derzeit einzigen Rohsilizium produzierenden Werks in Deutschland, der RW silicium GmbH, wäre damit eine gesicherte Rohstoffversorgung für Rohsilizium von etwa 110 Jahre gegeben.

Der Abb. 9-1 ist zu entnehmen, dass es 5 Potenzialflächen mit Kiesen guter Qualität gibt (gute Zugänglichkeit, gute Infrastruktur, weitestgehend den Standardanforderungen für Rohsiliziumindustrie entsprechend etc.), daneben gibt es 3 Flächen mit Kiesen ausreichender Qualität. Die Masse der guten Kiese beträgt über 5 Millionen Tonnen, etwas weniger als die Hälfte der Gesamt-Tonnage aller für die Silizium-Industrie verwertbaren Kiese.

## 10 Literatur

- BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT [Hrsg.] (1996 a): Erläuterungen zur Geologische Karte von Bayern, 1:500.000. – 4. Aufl., 329 S., München.
- BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT [Hrsg.] (1996 b): Geologische Karte von Bayern, 1:500.000. – 4. Aufl., München.
- BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT [Hrsg.] (2004): GeoBavaria: 600 Millionen Jahre Bayern. – 92 S., München.
- BENZ-ZAUNER, M., ZÖRLEIN, C., DARGEL, B., SCHROETER-HERREL, C., FRANZ, B. & SCHAEFER, H.A. (2012): Werkstoff Glas. – Kultur & Technik. – Das Magazin aus dem Deutschen Museum, 3/2012: 6-39, München (C.H. Beck).
- KEIM, G., GLASER, S. & LAGALLY, U. (2004): Geotope in Niederbayern. – 172 S., München (Bayer. Geol. Landesamt).
- BLISSENBACH, E. (1957): Die jungtertiäre Grobschotterschüttung im Osten des Bayerischen Molassetroges. – Beih. Geol. Jb., 26: 9-48, Hannover.
- BÖRNER, A., BORNHÖFT, E., HÄFNER, F., HUG-DIEGEL, N., KLEEBERG, K., MANDL, J., NESTLER, A., POSCHLOD, K., RÖHLING, S., ROSENBERG, F., SCHÄFER, I., STEDINGK, K., THUM, H., WERNER, W. & WETZEL, E. (2012): Steine- und Erden-Rohstoffe in der Bundesrepublik Deutschland. – Geol. Jb., Sonderhefte, SD 10: 356 S., Stuttgart (Schweizerbart).
- DIN 18123 (2011): Baugrund, Untersuchung von Bodenproben - Bestimmung der Korngrößenverteilung. – 24 S., Berlin (Beuth).
- EBEL, R., NEUMANN, R., DOBNER, A., POSCHLOD, K. & WEINIG, H. (2006): Karte der oberflächennahen Rohstoffe 1 : 200.000 (KOR 200), Erläuterungen zu Blatt CC 7942 Passau. – 76 S., 1 Karte, Hannover (BGR).
- KOENSLER, W. (1989): Sand und Kies: Mineralogie, Vorkommen, Eigenschaften, Einsatzmöglichkeiten. – 123 S., Stuttgart (Enke).
- KRÖMER, E. (in Vorb.): Geologische Karte von Bayern 1:25.000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 7244 Osterhofen. – München (Bayerisches Landesamt für Umwelt).
- LORENZ, W. & GWOSDZ, W. (1999): Bewertungskriterien für Industriemineralien, Steine und Erden, Teil 3: Quarzrohstoffe. – Geol. Jb, H. 6: 119 S., Hannover.
- ROHRMÜLLER, J. (in Vorb.): Geologische Karte von Bayern 1:25.000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 7245 Schöllnach. – München (Bayerisches Landesamt für Umwelt).
- SCHMITZ, M., RÖHLING, S. & DOHRMANN, R. (2011): In der grobkeramischen Industrie nutzbares Rohstoffpotenzial der bei Gewinnung und Aufbereitung in der deutschen Steine- und Erden-Industrie anfallenden Feinanteile; Online im Internet: [www.deutsche-rohstoffagentur.de/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/DERA\\_Rohstoffinformationen/rohstoffinformationen-05.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=15](http://www.deutsche-rohstoffagentur.de/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/DERA_Rohstoffinformationen/rohstoffinformationen-05.pdf?__blob=publicationFile&v=15) (Zugang 13.05.2013)

- STIEFEL, H. (1957): Ein Beitrag zur Gliederung der Oberen Süßwassermolasse in Niederbayern. – Beih. Geol. Jb., 26: 201-259, Hannover.
- STIEFEL, H. (1957 a): Geologische Untersuchungen in der ungefalteten Molasse im Bereich des unteren Inn. – Beih. Geol. Jb., 26: 309-370, Hannover.
- SÜCKL, E. (1988): Tertiärsedimente nordwestlich Passau. – Geol. Bl. NO-Bayern, 38, Heft 1-2: 27-40, Erlangen.
- UNGER, H.J. (1984): Geologische Karte von Bayern 1:50.000, Erläuterungen zum Blatt Nr. L7544 Griesbach i. Rottal – 245 S., München (Bayer. Geol. Landes-Amt).
- WEIDES, S. (2009): Untersuchung von Kiesvorkommen in der Oberen Süßwassermolasse Niederbayerns und Beurteilung ihrer Nutzbarkeit als Siliciumrohstoff. – 109 S. Diplomarbeit Univ. Köln & Bayerisches Landesamt für Umwelt, München, unveröffentlicht.
- WEINIG, H., DOBNER, A., LAGALLY, U., STEPHAN, W., STREIT, R. & WEINELT, W. (1984): Oberflächennahe Mineralische Rohstoffe von Bayern. Lagerstätten und Hauptverbreitungsgebiete der Steine und Erden. – Geologica Bavarica, 86: 563 S., München (Bayer. Geol. Landes-Amt).

# 11 Anhang

## 11.1 Befahrene Gewinnungsstellen

Nr.	Objektname	Rechtswert	Hochwert	BIS-ID	Erkund.- gebiet	Zustand*	Rohstoff
1	E Trainding	4584670	5401138	7244AG015006	1	n	Haarschedler Schotter
2	Iggenbach NE	4585220	5400940	7244AG000012	1	z	Haarschedler Schotter
3	Iggenbach NE	4584860	5400400	7244AG000021	1	n	Haarschedler Schotter
4	Iggenbach NE	4584950	5400280	7244AG000022	1	n	Haarschedler Schotter
5	Reichenbach, W	4585160	5400440	7244AG000023	1	n	Haarschedler Schotter
6	Jederschwing	4590370	5396740	7245AG000002	1	n	Haarschedler Schotter
7	Jederschwing II a	4589446	5396853	7245AG015116	1	i	Haarschedler Schotter
8	Dp Außernzell	4589870	5398520	7245AG000007	1	n	Haarschedler Schotter
9	Grube Iggenbach	4588660	5396390	7345AG000005	1	n	Haarschedler Schotter
10	Reichenbach NE	4586870	5400560	7245AG000010	1	n	Haarschedler Schotter
11	Forchenhügel	4589570	5398090	7245AG000008	1	z	Haarschedler Schotter
12	Reiserhof S	4590171	5399531	7245AG015118	1	n	Haarschedler Schotter
13	Kalling N	4588970	5396560	7245AG000005	1	n	Haarschedler Schotter
14	Schönerting	4581390	5387010	7344AG000003	7	i	Ortenburger Schotter
15	Hiendlöd	4579260	5387160	7344AG000004	7	n	Ortenburger Schotter
16	Dirnberg	4582968	5387276	7344AG000002	7	n	Ortenburger Schotter
17	Socking	4592600	5393250	7345AG015106	1	n	Haarschedler Schotter
18	Lapperding SW	4595630	5391550	7345AG000013	2	n	Haarschedler Schotter
19	Babing SE	4592920	5390720	7345AG000008	2	n	Haarschedler Schotter
20	Zeitlarn S	4588390	5386050	7345AG000006	2	n	Haarschedler Schotter
21	Socking E	4592763	5393121	7345AG015098	1	z	Haarschedler Schotter
22	Windorf	4590430	5388810	7345AG015107	2	n	Haarschedler Schotter
23	Gerlesberg SW	4600550	5387500	7346AG000003	3	n	Haarschedler Schotter
24	Salzweg W	4608700	5386720	7346AG000016	3	z	Haarschedler Schotter
25	Salzweg SW	4608890	5385700	7346AG000015	3	n	Haarschedler Schotter
26	Kgr Tiefenbach	4604100	5388240	7346AG000011	3	n	Haarschedler Schotter
27	Kgr Gerlesberg S	4600950	5387410	7346AG000004	3	n	Haarschedler Schotter
28	Tiefenbach S	4602920	5386260	7346AG000007	3	n	Haarschedler Schotter
29	Schmidöd	4605260	5387850	7346AG000012	3	n	Haarschedler Schotter
30	Kraham	4569880	5376020	7443AG000007	6	n	Nördlicher Vollsotter / Quarzrestschotter
31	Johanniskirchen	4571378	5377356	7443AG000032	6	n	Quarzrestschotter
32	Sattelberg	4566350	5374680	7443AG000012	6	n	Nördlicher Vollsotter
33	Haselbach	4569920	5381250	7443AG000002	6	n	Nördlicher Vollsotter / Quarzrestschotter
34	Kraham	4569620	5375431	7443AG000038	6	n	Quarzrestschotter
35	Keföd	4569350	5380130	7443AG000003	6	n	Quarzrestschotter
36	Schwaigeröd	4570296	5376300	7443AG000034	6	n	Quarzrestschotter
37	Schornbach	4572693	5375880	7443AG000033	6	n	Quarzrestschotter
38	Kudlhüb	4564480	5378770	7443AG000005	6	i	Nördlicher Vollsotter
39	Apfelbach	4567950	5377350	7443AG000006	6	n	Nördlicher Vollsotter
40	Furth	4565976	5373872	7443AG000043	6	n	Quarzrestschotter
41	Kgr v. Aretin	4580174	5383266	7444AG000007	7	n	Ortenburger Schotter
42	Adenberg	4582830	5384200	7444AG000006	7	?	Ortenburger Schotter
43	Kgr Kolmenzing S	4584020	5384650	7444AG000003	7	n	Ortenburger Schotter
44	Kgr Weiherbach S	4585023	5384038	7444AG015050	7	i	Ortenburger Schotter
45	Kgr Hörgessing W	4585340	5383830	7444AG000004	7	i	Ortenburger Schotter
46	Klessing	4584100	5381940	7444AG000002	7	n	Ortenburger Schotter
47	Schwarzholz	4577780	5383816	7444AG015030	7	n	Ortenburger Schotter
48	Heimischpoint	4578008	5384013	7444AG015017	7	n	Ortenburger Schotter
49	Galgenberg	4576915	5383472	7444AG015033	7	n	Ortenburger Schotter
50	Amsham	4580180	5376180	7444AG015045	4	z	Quarzrestschotter
51	Peterskirchen NE	4574470	5376026	7444AG015049	6	n	Hangendserie
52	Blindham NE	4589130	5383730	7445AG000015	7	z	Ortenburger Schotter
53	Greisl	4589550	5383250	7445AG000014	7	z	Ortenburger Schotter
54	Isarhofen	4589380	5382710	7445AG000013	7	n	Ortenburger Schotter
55	Straß	4594770	5382840	7445AG000012	7	n	Ortenburger Schotter
56	Hofmark	4595220	5382780	7445AG000023	7	n	Ortenburger Schotter

Nr.	Objektname	Rechtswert	Hochwert	BIS-ID	Erkund.-gebiet	Zustand*	Rohstoff
57	Hechberger	4595283	5382628	7445AG015050	7	z	Ortenburger Schotter
58	Voglam W	4593840	5381400	7445AG000020	7	i	Ortenburger Schotter
59	Schiewag	4593265	5381156	7445AG015039	7	i	Ortenburger Schotter
60	Breitreuth	4593020	5381830	7445AG000019	7	i	Ortenburger Schotter
61	Elexenbach	4593190	5382340	7445AG000018	7	n	Ortenburger Schotter
62	Rauscheröd	4592570	5380420	7445AG000026	7	n	Ortenburger Schotter
63	Schiewag	4593158	5380899	7445AG015037	7	i	Ortenburger Schotter
64	Rauscheröd S	4593030	5380240	7445AG000028	7	n	Ortenburger Schotter
65	Hierling W	4593180	5380140	7445AG000027	7	i	Ortenburger Schotter
66	Haufenberg	4594620	5380450	7445AG000011	7	i	Ortenburger Schotter
67	Simet	4593419	5381026	7445AG015038	7	i	Ortenburger Schotter
68	Paulberg E	4592960	5380100	7445AG000029	7	n	Ortenburger Schotter
69	Kronholz	4587337	5375353	7445AG015029	4	n	Quarzrestschotter
70	Salvator W	4587621	5375003	7445AG015030	4	n	Quarzrestschotter
71	Anleng SE	4587117	5374441	7445AG015045	4	n	Quarzrestschotter
72	Salvator E	4589616	5374323	7445AG015031	4	n	Quarzrestschotter
73	Huberleite	4599275	5384730	7446AG015030	3	n	Haarschedler Schotter
74	Gföhret NE	4600600	5380520	7446AG000003	3	n	Haarschedler Schotter
75	Kleingern E	4600958	5378899	7446AG015001	3	n	Haarschedler Schotter
76	Königsdöbel NE	4603880	5378520	7446AG000002	3	n	Haarschedler Schotter
77	Fürstdobl	4604290	5377760	7446AG015039	3	n	Haarschedler Schotter
78	Ekhub 2	4561180	5366873	7542AG000032	6	n	Quarzrestschotter
79	Ekhub 1	4561224	5366740	7542AG000031	6	n	Quarzrestschotter
80	Herbertsfelden 1	4561465	5365609	7542AG000029	6	n	Quarzrestschotter
81	Herbertsfelden 2	4561461	5365679	7542AG000030	6	z	Quarzrestschotter
82	Kühstetten	4571760	5369100	7543AG000030	6	n	Quarzrestschotter
83	Sandberg	4563128	5365919	7543AG000023	6	n	Quarzrestschotter
84	Kienbach	4564540	5366560	7543AG000013	6	n	Quarzrestschotter
85	Holzleiten-Bodenöd	4571820	5363770	7543AG000015	5	n	Quarzrestschotter
86	Lerbing	4568171	5368944	7543AG000032	6	i	Hangendserie
87	Schlott SE	4571902	5369687	7543AG015005	6	n	Quarzrestschotter
88	Holzleiten-Weiher	4571790	5363970	7543AG000014	5	n	Quarzrestschotter
89	Wurmsöd	4575830	5371620	7544AG000013	4	n	Mischserie
90	Schwerling	4582340	5371060	7544AG000018	4	n	Quarzrestschotter
91	Kirchberg	4579170	5371490	7544AG000017	4	n	Quarzrestschotter
92	Freiling NW	4574660	5371410	7544AG000016	6	n	Quarzrestschotter
93	Freiling NE	4577300	5371390	7544AG000011	4	n	Quarzrestschotter
94	Hirschbach N	4576750	5369970	7544AG000010	4	n	Quarzrestschotter
95	Hirschbach WNW	4575120	5369480	7544AG000009	6	n	Quarzrestschotter
96	Lengsham SE	4577250	5363500	7544AG000008	5	n	Quarzrestschotter
97	Asenham W	4578260	5363350	7544AG000004	5	n	Quarzrestschotter
98	Stockhäuser	4578170	5363498	7544AG015017	5	n	Quarzrestschotter
99	Riesberg SE	4575524	5371590	7544AG015019	4	z	Quarzrestschotter
100	Reutern	4588950	5372090	7545AG000003	6	n	Quarzrestschotter
101	Eichenstein	4587670	5373519	7245AG015015	4	n	Quarzrestschotter
102	St. Salvator S	4588505	5373344	7545AG015012	4	n	Quarzrestschotter, Quarzkonglomerat
103	Freiling E	4588050	5372500	7545AG000004	4	n	Quarzrestschotter
104	Freiling NE	4587798	5373057	7545AG015010	4	n	Quarzrestschotter
105	Reutern	4588840	5371630	7545AG000002	4	n	Quarzrestschotter
106	Wittibreuth	4573685	5355462	7643AG015005	5	n	Quarzrestschotter
107	Griesingsreith	4581974	5361415	7644AG015010	5	n	Quarzrestschotter
108	Grafenwald	4581686	5358729	7644AG000010	5	n	Quarzrestschotter
109	Fürstberg	4580505	5354361	7644AG000011	5	n	Quarzrestschotter
110	Grafenwald	4581936	5357990	7644AG015024	5	n	Quarzrestschotter
111	Bärnsham	4575655	5359870	7644AG015011	5	n	Quarzrestschotter
112	Haselbach	4575930	5362150	7644AG015022	5	n	Quarzrestschotter
113	Steinbach	4576460	5361180	7644AG000003	5	n	Quarzrestschotter
114	Thannöd	4577278	5362311	7644AG015029	5	n	Quarzrestschotter
115	Bärnsham	4575440	5359242	7644AG000007	5	i	Hangendserie
116	Thymnau/ Untersimoln	4611871	5387147	7347AG015001	3	i	Haarschedler Schotter

\* n = nicht in Betrieb      z = zeitweise in Betrieb      i = in Betrieb

## 11.2 Niedergebrachte Bohrungen, Teil 1

Nr.	Name der Bohrung	R-Wert	H-Wert	BIS-ID	Ansatzhöhe (mNN)	Endteufe (m)	Erkundung auf Rohstoffe
Q 1	Kleinmeicking	4590244	5398191	7245BG015115	414,0	30,0	Haarschedler Schotter
Q 2	Gunzing	4589071	5400204	7245BG015117	398,0	11,0	Haarschedler Schotter
Q 3	Lohholz A	4586784	5400852	7245BG015116	412,0	30,0	Haarschedler Schotter
Q 4	Lohholz B	4587169	5400301	7245BG015114	405,0	30,0	Haarschedler Schotter
Q 5	Neuhofen	4583821	5404218	7244BG015771	403,0	30,0	Haarschedler Schotter
Q 6	Iggensbach-Grubet	4584749	5400994	7244BG015773	415,0	30,0	Haarschedler Schotter
Q 7	Iggensbach-Steinhügel A	4585165	5400584	7244BG015774	415,0	30,0	Haarschedler Schotter
Q 8	Iggensbach-Steinhügel B	4585174	5400451	7244BG015808	425,0	30,0	Haarschedler Schotter
Q 9	Iggensbach-Schwarzholz	4585311	5400967	7244BG015809	400,0	30,0	Haarschedler Schotter
Q 10	Maign-Forchenhügel West	4589379	5397962	7245BG015160	385,0	30,0	Haarschedler Schotter
Q 11	Kalling Nord	4588933	5396686	7245BG015161	440,0	27,0	Haarschedler Schotter
Q 12	Waldhof	4589390	5387290	7345BG015115	370,0	19,0	Haarschedler Schotter
Q 13	Neuburger Holz	4590981	5384931	7445BG015084	401,0	74,5	Haarschedler Schotter
Q 14	Tattenbacher Holz A	4579220	5371550	7544BG015085	470,0	30,0	Quarzrestschotter
Q 15	Tattenbacher Holz B	4579550	5371725	7544BG015086	478,0	40,0	Quarzrestschotter
Q 16	Lugens A	4582390	5370150	7544BG015087	494,0	30,0	Quarzrestschotter
Q 17	Lugens B	4582658	5369683	7544BG015088	493,0	40,0	Quarzrestschotter
Q 18	Steinberg A	4583920	5371271	7544BG015089	507,0	40,0	Quarzrestschotter
Q 19	Steinberg B	4583720	5371050	7544BG015090	510,0	30,0	Quarzrestschotter
Q 20	Steinkart A	4588080	5373065	7545BG015171	517,0	30,0	Quarzrestschotter
Q 21	Steinkart B	4587775	5373520	7545BG015177	513,0	40,0	Quarzrestschotter
Q 22	Sturzholz A	4580810	5361930	7644BG015034	516,0	30,0	Quarzrestschotter
Q 23	Sturzholz B	4580673	5362400	7644BG015035	515,0	35,0	Quarzrestschotter
Q 24	Grafenwald A	4581570	5357890	7644BG015036	527,0	40,0	Quarzrestschotter
Q 25	Grafenwald B	4581830	5357950	7644BG015037	521,0	30,0	Quarzrestschotter
Q 26	Schellenberg	4576505	5350965	7744BG015046	545,0	33,0	Quarzrestschotter
Q 27	Marterbergholz A	4591920	5385350	7345BG015126	388,0	35,0	Haarschedler Schotter
Q 28	Salzweg A	4607595	5387850	7346BG015032	418,0	20,0	Haarschedler Schotter
Q 29	Salzweg B	4607970	5387890	7346BG015033	420,0	15,0	Haarschedler Schotter
Q 30	Salzweg C	4609090	5385980	7346BG015034	413,0	17,0	Haarschedler Schotter
Q 31	Königsdobl	4604330	5378025	7446BG015699	485,0	15,0	Haarschedler Schotter
Q 32	Grabenholz	4580640	5373755	7544BG015093	472,0	20,0	Quarzrestschotter
Q 33	Schlott	4571415	5370195	7543BG015198	455,0	30,0	Quarzrestschotter
Q 34	Fürstberger Wald A	4581200	5354020	7644BG015038	530,0	20,0	Quarzrestschotter
Q 35	Fürstberger Wald B	4581325	5353035	7644BG015039	542,0	25,0	Quarzrestschotter
Q 36	Marterbergholz B	4591990	5384930	7445BG015085	395,0	39,0	Haarschedler Schotter

### 11.3 Niedergebrachte Bohrungen, Teil 2

Nr.	Mächtigkeit der Überdeckung (m)	Kiesbasis (m u. GOK)	Kiesbasis (mNN)	Kies-Mächtigkeit (m)	Mächtigkeit der Zwischenlagen (m)	Grundwasser (m u. GOK)	Grundwasser (mNN)
Q 1	1,30	3,90	410,10	2,60	0,00	9,15	404,85
Q 2	1,00	1,30	396,70	0,30	0,00	kein GW	
Q 3	1,00	1,30	410,70	0,30	0,00	7,54	404,46
Q 4	30,00	kein Kies				16,80	388,20
Q 5	30,00	kein Kies				21,10	381,90
Q 6	1,40	10,60	404,40	5,10	4,10	13,10	401,90
Q 7	0,90	4,50	410,50	3,60	0,00	14,95	400,05
Q 8	1,90	13,80	411,20	7,00	4,90	kein GW	
Q 9	30,00	kein Kies				kein GW	
Q 10	5,00	6,20	378,80	0,90	0,30	15,45	369,55
Q 11	27,00	kein Kies				15,60	424,40
Q 12	10,30	14,30	355,70	3,80	0,20	kein GW	
Q 13	12,45	19,70	381,30	7,25	0,00	19,20	381,80
Q 14	3,70	nicht erreicht	nicht erreicht	24,65	1,65	kein GW	
Q 15	1,00	28,80	449,20	18,20	9,60	29,00	449,00
Q 16	0,25	2,20	491,80	1,55	0,40	kein GW	
Q 17	0,50	1,15	491,85	0,65	0,00	kein GW	
Q 18	1,40	19,65	487,35	18,25	0,00	18,80	488,20
Q 19	0,40	15,60	494,40	10,30	4,90	kein GW	
Q 20	3,70	nicht erreicht	nicht erreicht	23,55	2,75	17,20	499,80
Q 21	0,20	29,10	483,90	28,90	0,00	26,00	487,00
Q 22	0,90	24,10	491,90	19,35	3,85	kein GW	
Q 23	2,00	14,20	500,80	12,20	0,00	kein GW	
Q 24	10,25	37,70	489,30	23,45	4,00	10,25	516,75
Q 25	2,80	18,70	502,30	15,90	0,00	18,20	502,80
Q 26	17,30	32,20	512,80	10,40	4,50	kein GW	
Q 27	0,90	22,00	366,00	21,10	n	27,63	360,37
Q 28	3,30	19,50	398,50	15,50	0,70	16,95	401,05
Q 29	1,00	13,10	406,90	11,00	1,10	9,30	410,70
Q 30	0,70	13,50	399,50	12,80	0,00	kein GW	
Q 31	0,10	11,70	473,30	11,60	0,00	kein GW	
Q 32	3,50	9,80	462,20	5,00	1,30	kein GW	
Q 33	6,00	25,00	430,00	16,70	2,30	kein GW	
Q 34	1,60	15,10	514,90	11,50	2,00	11,10	518,90
Q 35	1,40	17,30	524,70	15,60	0,30	13,36	528,64
Q 36	0,20	11,10	383,90	10,90	0,00	kein GW	